

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-323993

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

H03M 7/40  
G10L 11/00  
G10L 19/00

(21)Application number : 11-129807

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 11.05.1999

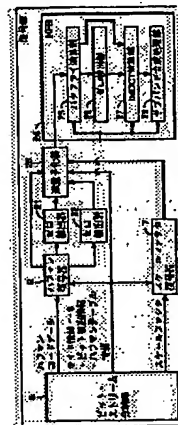
(72)Inventor : TARUKI MAIKO  
SAKAMOTO TADASHI

(54) MPEG1 AUDIO LAYER III DECODING PROCESSOR AND COMPUTER- READABLE RECORDING MEDIUM  
STORING PROGRAM ALLOWING COMPUTER TO FUNCTION AS MPEG1 AUDIO LAYER III DECODING  
PROCESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an MPEG(moving picture expert group)1 audio  
layer III (MP3) decoding processor which can perform a fast MP3 decoding process.

SOLUTION: A decoder for an audio data part of MP3 includes a zero detector 21  
which detects the band where the values of Huffman code data are all 0, a zero  
detector 22 which detects the unencoded band of MP3, an inverse quantizer 23 which  
inversely quantizes Huffman code data according to the zero detectors 21 and 22, a  
butterfly arithmetic part 25 which performs butterfly operation for the inversely  
quantized signal according to the output of the zero detector 22, a zero detector 26  
which detects the band where the values of the butterfly arithmetic result are all 0, an  
IMDCT arithmetic part 27 which performs an IMDCT(inverse MDCT(adaptive block  
variation modified discrete cosine transformation)) process for the butterfly arithmetic  
result according to the outputs of the zero detectors 26 and 22, and a subband composing process part 28 which  
performs a subband composing process for the IMDCT arithmetic result according to the output of the zero  
detector 22.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

**\* NOTICES \***

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes said scale factor by which was connected to said bit stream decomposition section, and bit stream decomposition was carried out based on said side information, The Huffman decoder which decodes said Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on said Huffman table information which is connected to said bit stream decomposition section, and is included in said side information, The zero detecting element which is connected to said Huffman decoder and detects the band all whose values are 0 among said Huffman code data, It connects with said Huffman decoder, said zero detecting element, said bit stream decomposition section, and said scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of said Huffman code data based on the output, said side information, said scale factor, and said Huffman code data of said zero detecting element, The MPEG1 audio layer III decode processor which is connected to said reverse quantizer, carries out inverse mapping of the output of said reverse quantizer, and contains the hybrid filter bank section restored to a time domain signal.

[Claim 2] Said zero detecting element is an MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 1 which is connected to said Huffman decoder and contains the 1st zero detector which detects the band all whose values are 0 among said Huffman code data, and the 2nd zero detector which detects the band where it connects with said Huffman decoder, and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from said Huffman code data.

[Claim 3] The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which said hybrid filter bank section is connected to said reverse quantizer, and is outputted from said reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to said butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. An MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 2.

[Claim 4] Said butterfly session section is an MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 3 which is connected to said the 2nd zero detector and said reverse quantizer, and includes 1st means to perform a butterfly session to said reverse quantization signal, according to the output of said 2nd zero detector.

[Claim 5] Said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is an MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 3 or 4 which is connected to said the 2nd zero detector and said butterfly session section, and includes 2nd means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation

of said butterfly session section, according to the output of said 2nd zero detector.

[Claim 6] Said subband composition processing section is an MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 3 to 5 which is connected to said 2nd zero detector and said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and includes 3rd means to perform subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, according to the output of said 2nd zero detector.

[Claim 7] Said hybrid filter bank section is connected to said butterfly session section. The 3rd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in said butterfly session section is included further. Said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with said the 2nd and 3rd zero detectors and said butterfly session sections. The MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 3 which includes 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, according to the output of said 2nd and 3rd zero detectors.

[Claim 8] The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes said scale factor by which was connected to said bit stream decomposition section, and bit stream decomposition was carried out based on said side information, The Huffman decoder which decodes said Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on said Huffman table information which is connected to said bit stream decomposition section, and is included in said side information, The 1st zero detector which detects the band where it connects with said Huffman decoder, and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from said Huffman code data, It connects with said Huffman decoder, said bit stream decomposition section, and said scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of said Huffman code data based on said side information, said scale factor, and said Huffman code data, The MPEG1 audio layer III decode processor which is connected to said the 1st zero detector and said reverse quantizer, carries out inverse mapping of the output of said reverse quantizer according to the output of said 1st zero detector, and contains the hybrid filter bank section restored to a time domain signal.

[Claim 9] Said hybrid filter bank section is connected to said the 1st zero detector and said reverse quantizer. The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal outputted from said reverse quantizer according to the output of said 1st zero detector, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to said butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. An MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 8.

[Claim 10] The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which said hybrid filter bank section is connected to said reverse quantizer, and is outputted from said reverse quantizer, Connect with said the 1st zero detector and said butterfly session section, and the output of said 1st zero detector is followed. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband

composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. An MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 8.

[Claim 11] Said hybrid filter bank section is connected to said butterfly session section. The 2nd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in said butterfly session section is included further. Said said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with said the 1st and 2nd zero detectors and said butterfly session sections. The MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 10 which includes 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, according to the output of said 1st and 2nd zero detectors.

[Claim 12] The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which said hybrid filter bank section is connected to said reverse quantizer, and is outputted from said reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to said butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, It connects with said 1st zero detector and said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section. According to the output of said 1st zero detector, the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. An MPEG1 audio layer III decode processor according to claim 8.

[Claim 13] The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes said scale factor by which was connected to said bit stream decomposition section, and bit stream decomposition was carried out based on said side information, The Huffman decoder which decodes said Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on said Huffman table information which is connected to said bit stream decomposition section, and is included in said side information, It connects with said Huffman decoder, said bit stream decomposition section, and said scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of said Huffman code data based on the output, said side information, said scale factor, and said Huffman code data of said zero detecting element, The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to said reverse quantizer and outputted from said reverse quantizer, Connect with said butterfly session section and the result of an operation of said butterfly session section is received. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. Said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section Connect with said butterfly session section and the result of an operation of said butterfly session section is received. In case an addition result with the multiplier beforehand determined as said result of an operation is accumulated, the absolute value of an accumulation value The accumulation value calculation section which computes the accumulation value of the number which omitted the operation when it turned out beforehand that it becomes equal to the absolute value of the accumulation value already performed, and was defined beforehand, The MPEG1 audio layer III decode processor which is connected to said accumulation value calculation section, and contains the windowing-function processing section which

multiplies the windowing function chosen according to the regulation beforehand set to each accumulation value.

[Claim 14] It is the record medium which recorded the program for operating a computer as an MPEG1 audio layer III decode processor and in which computer reading is possible. Said MPEG1 audio layer III decode processor The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes said scale factor by which was connected to said bit stream decomposition section, and bit stream decomposition was carried out based on said side information, The Huffman decoder which decodes said Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on said Huffman table information which is connected to said bit stream decomposition section, and is included in said side information, The zero detecting element which is connected to said Huffman decoder and detects the band all whose values are 0 among said Huffman code data, It connects with said Huffman decoder, said zero detecting element, said bit stream decomposition section, and said scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of said Huffman code data based on the output, said side information, said scale factor, and said Huffman code data of said zero detecting element, The record medium which is connected to said reverse quantizer, carries out inverse mapping of the output of said reverse quantizer, and contains the hybrid filter bank section restored to a time domain signal and in which computer reading is possible.

[Claim 15] Said zero detecting element is a record medium which is connected to said Huffman decoder and contains the 1st zero detector which detects the band all whose values are 0 among said Huffman code data, and the 2nd zero detector which detects the band where it connects with said Huffman decoder, and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from said Huffman code data and in which computer reading according to claim 14 is possible.

[Claim 16] The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which said hybrid filter bank section is connected to said reverse quantizer, and is outputted from said reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to said butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. The record medium in which computer reading according to claim 15 is possible.

[Claim 17] Said butterfly session section is a record medium which is connected to said the 2nd zero detector and said reverse quantizer, and includes 1st means to perform a butterfly session to said reverse quantization signal, according to the output of said 2nd zero detector and in which computer reading according to claim 16 is possible.

[Claim 18] Said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is a record medium which is connected to said the 2nd zero detector and said butterfly session section, and includes 2nd means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, according to the output of said 2nd zero detector and in which computer reading according to claim 16 or 17 is possible.

[Claim 19] Said subband composition processing section is a record medium which is connected to said 2nd zero detector and said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and includes 3rd means to perform subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, according to the output of said 2nd zero detector and in which computer reading according to claim 16 to 18 is possible.

[Claim 20] Said hybrid filter bank section is connected to said butterfly session section. The 3rd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in said butterfly session section is included further. Said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with said the 2nd and 3rd zero detectors and said butterfly session sections. The record medium which includes 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, according to the output of said 2nd and 3rd zero detectors and in which computer reading according to claim 16 is possible.

[Claim 21] It is the record medium which recorded the program for operating a computer as an MPEG1 audio layer III decode processor and in which computer reading is possible. Said MPEG1 audio layer III decode processor The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes said scale factor by which was connected to said bit stream decomposition section, and bit stream decomposition was carried out based on said side information, The Huffman decoder which decodes said Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on said Huffman table information which is connected to said bit stream decomposition section, and is included in said side information, The 1st zero detector which detects the band where it connects with said Huffman decoder, and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from said Huffman code data, It connects with said Huffman decoder, said bit stream decomposition section, and said scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of said Huffman code data based on said side information, said scale factor, and said Huffman code data, The record medium which is connected to said the 1st zero detector and said reverse quantizer, carries out inverse mapping of the output of said reverse quantizer according to the output of said 1st zero detector, and contains the hybrid filter bank section restored to a time domain signal and in which computer reading is possible.

[Claim 22] Said hybrid filter bank section is connected to said the 1st zero detector and said reverse quantizer. The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal outputted from said reverse quantizer according to the output of said 1st zero detector, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to said butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. The record medium in which computer reading according to claim 21 is possible.

[Claim 23] The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which said hybrid filter bank section is connected to said reverse quantizer, and is outputted from said reverse quantizer, Connect with said the 1st zero detector and said butterfly session section, and the output of said 1st zero detector is followed. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. The record medium in which computer reading according to claim 21 is possible.

[Claim 24] Said hybrid filter bank section is connected to said butterfly session section. The 2nd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in said



butterfly session section is included further. Said said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with said the 1st and 2nd zero detectors and said butterfly session sections. The record medium which includes 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, according to the output of said 1st and 2nd zero detectors and in which computer reading according to claim 23 is possible.

[Claim 25] The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which said hybrid filter bank section is connected to said reverse quantizer, and is outputted from said reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to said butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of said butterfly session section, It connects with said 1st zero detector and said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section. The record medium which contains the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section according to the output of said 1st zero detector and in which computer reading according to claim 21 is possible.

[Claim 26] It is the record medium which recorded the program for operating a computer as an MPEG1 audio layer III decode processor and in which computer reading is possible. Said MPEG1 audio layer III decode processor The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes said scale factor by which was connected to said bit stream decomposition section, and bit stream decomposition was carried out based on said side information, The Huffman decoder which decodes said Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on said Huffman table information which is connected to said bit stream decomposition section, and is included in said side information, It connects with said Huffman decoder, said bit stream decomposition section, and said scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of said Huffman code data based on the output, said side information, said scale factor, and said Huffman code data of said zero detecting element, The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to said reverse quantizer and outputted from said reverse quantizer, Connect with said butterfly session section and the result of an operation of said butterfly session section is received. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing, Connect with said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. Said reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section Connect with said butterfly session section and the result of an operation of said butterfly session section is received. In case an addition result with the multiplier beforehand determined as said result of an operation is accumulated, the absolute value of an accumulation value The accumulation value calculation section which computes the accumulation value of the number which omitted the operation when it turned out beforehand that it becomes equal to the absolute value of the accumulation value already performed, and was defined beforehand, The record medium which is connected to said accumulation value calculation section, and contains the windowing-function processing section which multiplies the windowing function chosen according to the regulation beforehand set to each accumulation value and in which computer reading is possible.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the record medium which recorded the program for operating an MPEG (Moving Picture Experts Group) 1 audio layer III decode processor and a computer as MPEG1 audio layer III decode processors and in which computer reading is possible. It is related with the record medium which recorded more specifically the program for operating the MPEG1 audio layer III decode processor and computer in which high-speed decode processing is possible as MPEG1 audio layer III decode processors and in which computer reading is possible.

[0002]

[Description of the Prior Art] An MPEG audio is the ISO/IEC (International Organization for Standardization/Electrotechnical International Commission) standard method of high quality and quantity efficiency stereo audio coding, and was standardized in parallel to coding of a dynamic image in MPEG. The MPEG audio related product is developed in connection with this in recent years.

[0003] The bit stream of an MPEG audio is constituted per frame. A frame is the smallest unit which can be independently decoded to an audio signal one by one, and the data of a fixed measurement size are always included.

[0004] A frame consists of a header 1, error checking 2, audio data 3, and ancillary data (external data) 4 with reference to drawing 15. A header 1 is a bit stream part including information, such as a sync word, a sampling frequency, and a bit rate. Error checking 2 is optional data and is a bit stream part including the information for error detection. The audio data 3 are a bit stream part including the information about an audio sample. Ancillary data 4 is the part which can insert data other than an MPEG audio in arbitration.

[0005] In the MPEG1 audio layer III (henceforth "MP3"), the data of 1152 samples are included per frame. Each frame containing 1152 samples is divided into two GURANYURU of 576 samples.

[0006] The items of 576 samples are as follows. In coding of MP3, an input signal is divided by the subband-analysis filter bank from a time domain to the frequency band of 32. The output of each band from a filter bank is 18 samples (it expresses also a long block to this kind of output hereafter), or 6x3 samples (it expresses also a truncated block to this kind of output hereafter). Then, each band is mapped by the still finer spectrum line by the adaptation block length deformation discrete cosine transform (it is called "MDCT" Modified Discrete Cosine Transform and the following), and the frequency-domain sample of 18 or 6x3=18 is obtained as an output. Therefore, frequency resolution serves as 32 band x 18 sample = 576 sample (the data length of one sample is arbitration).

[0007] Drawing 16 is referred to. The decoder of the audio data division 3 of MP3 The bit stream decomposition section 5 which decomposes the inputted bit string into the side information 6, a scale



factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder 7 which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section 5, and bit stream decomposition was carried out based on the side information 6, The Huffman decoder 8 which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section 5, and is included in the side information 6, It connects with the bit stream decomposition section 5, the scale-factor decoder 7, and the Huffman decoder 8. The reverse quantizer 9 which performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the side information 6, a scale factor, and Huffman code data, It connects with the reverse quantizer 9, inverse mapping of the output of the reverse quantizer 9 is carried out, and HFB (Hybrid Filter Bank)10 restored to a time domain signal is included.

[0008] The butterfly session section 11 which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which HFB10 is connected to the reverse quantizer 9; and is outputted from the reverse quantizer 9, The IMDCT operation part 12 which is connected to the butterfly session section 11 and performs reverse MDCT (henceforth "IMDCT") processing to the result of an operation of the butterfly session section 11, It connects with the IMDCT operation part 12, and the subband composition processing section 13 which performs subband composition processing using a poliphase filter bank (it is called "PFB" Polyphase Filter Bank and the following) to the result of an operation of the IMDCT operation part 12 is included.

[0009] With reference to drawing 17 , each part of the decoder of the audio data division 3 of MP3 operates as follows. Hereafter, the data length dealt with is arbitrary. The bit stream decomposition section 5 extracts and analyzes the inputted header 1 of a bit string (S14). The bit stream decomposition section 5 decodes the side information 6, and extracts the Huffman code data and the scale factor by which bit stream decomposition was carried out (S15). The scale-factor decoder 7 decodes the scale factor by which bit stream decomposition was carried out based on the side information 6 (S16). The Huffman decoder 8 decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information included in the side information 6 (S17). The number of Huffman code data by which per 1 GURANYURU was decoded becomes 576 pieces as a result of decode of Huffman code data. This is the value defined based on frequency resolution.

[0010] The reverse quantizer 9 performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the side information 6, a scale factor, and Huffman code data (S18). Reverse quantization processing of Huffman code data is performed according to a formula (1).

[0011] 
$$Xr(i, j) = \text{sign}(is(i, j)) \cdot xis(i, j) \cdot 2^P, 0 \leq i \leq 31, 0 \leq j \leq 17 \quad (1)$$

The constant and sign (a) which are asked for a reverse quantization processing result for  $Xr(i, j)$ , and are asked for Huffman code data and P for  $is(i, j)$  from the side information 6 and a scale factor express the sign of a with a formula (1), respectively. Moreover, i expresses a subband band number and j expresses the sample number of each subband output.

[0012] The butterfly session section 11 contained in HFB10 is between the sample data of 32 bands outputted from the reverse quantizer 9, and performs a butterfly session using eight every samples near a band boundary (S19). Specifically according to a formula (2), an operation is performed.

[0013]

[Equation 1]

```

for(i = 0; i < 31; i++)
    for(j = 0; j < 8; j++){
        X(i, 17 - j) = Xr(i, 17 - j)Cs(j) - Xr(i + 1, j)Ca(j);
        X(i + 1, j) = Xr(i + 1, j)Cs(j) + Xr(i, 17 - j)Ca(j);
    }
}

```

... (2)

[0014] X (i, j) expresses with a formula (2) the constant as which a butterfly session result, Cs (j), and calcium (j) were determined for every sample number, respectively. Moreover, Xr (i, j) is substituted for the part (it is not a candidate for an operation) by which X (i, j) is not calculated by the formula (2) as it is.

[0015] After repeating N/2 encoded sample and obtaining the data of N sample, inverse transformation of the IMDCT operation part 12 is carried out (S20). IMDCT processing to sample band number i is performed according to a formula (3) and a formula (4).

[0016]

[Equation 2]

$$Z_i(n) = \sum_{k=0}^{N/2-1} X(i, k) * C(n, k), \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad \dots (3)$$

$$C(n, k) = \cos\left(\frac{\pi}{2N}\left(2n+1+\frac{N}{2}\right)(2k+1)\right) \quad \dots (4)$$

[0017] Here, Zi (n) expresses the intermediate result. N is a constant and, in a long block, in the case of N= 36 and a truncated block, it is set to N= 12. Moreover, in processing of S20, aperture credit processing is also performed to coincidence according to a formula (5).

[0018]

$$H_i(n) = Z_i(n) \times W(n) \quad \dots (5)$$

Here, Hi (n) expresses the aperture result of an operation, and W (n) expresses an aperture multiplier, respectively. If processing about overlap is performed to this Hi.(n), the output of 18 samples Y (i, j) (0<=j<=17) will be obtained to each band i as the final output. Henceforth, the output of the IMDCT operation part 12 to X (i, j) (0<=i<=31, 0<=j<=17) is defined as Y (i, j).

[0019] The subband composition processing section 13 performs subband composition which used PFB (S21), and outputs the PCM (pulse code modulation) data (playback sample data) which are a time domain signal (S22).

[0020] The subband composition processing (S21 of drawing 17) for searching for the time domain signal of 32 samples performed in the subband composition processing section 13 with reference to drawing 18 is explained in detail. Subband composition is realized by 512 taps PFB. The subband input of 32 samples is defined as Sj(i) =Y (i, j) (0<=i<=31, j: sample number of arbitration) (S23). The value stored in V (0) - V (959) among periodic addition signal V (m) accumulated by several PFB processings and (0<=m<1024 and initial value being 0) in calculating periodic addition signal V (m) to Sj (i) and (0<=m<=63) is moved to the storing location of V (64) - V (1023), respectively (S24). In connection with this, the data of V (960) - V (1023) are eliminated. Next, periodic addition signal V (m) to Sj (i) is calculated according to a formula (6) (S25). Here, N (m, i) is a constant defined with values m and i. Next, V (m) and (0<=m<1024) to 512 data are stored in drawing and variable U (k) and (k=0-511) (S26). The playback sample data (time domain signal) of 32 is obtained by calculating a formula (7) using U (k) (S27).

[0021]

[Equation 3]

$$V(m) = \sum_{i=0}^{31} N(m, i) S_j(i), \quad 0 \leq m \leq 63 \quad \dots (6)$$

$$\text{out}(i) = \sum_{m=0}^{15} U(i + 32m) D(i + 32m), \quad 0 \leq i \leq 31 \quad \dots (7)$$

[0022] Here, a windowing function and out (i) of D (k) and (k=0-511) are playback sample data. The subband composition processing section 13 processes S23-S27 about 18 samples (0<=j<=17), respectively.

[0023]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As explained above, the operations used for decode processing of MP3 are mainly multiplication and a sum-of-products operation. One processing takes many amounts of operations to especially IMDCT processing and the subband composition processing using PFB, and a sum-of-products operation occupies the most. Moreover, since these processings also have many counts of processing per 1 GURANYURU, the great portion of decode processing time is spent on these two processings, and let improvement in the speed of the processing time be a technical problem.

[0024] It is offering the record medium which recorded the program for operating the MPEG1 audio layer III decode processor and computer which it can be made in order that this invention's may solve an above-mentioned trouble, and the purpose's can perform reverse quantization processing of Huffman code data at a high speed, and can perform decode processing of MP3 at a high speed as MPEG1 audio layer III decode processors and in which computer reading is possible.

[0025] Other purposes of this invention are offering the record medium which recorded the program for operating the MPEG1 audio layer III decode processor and computer which can perform a butterfly session at a high speed to a reverse quantization signal, and can perform decode processing of MP3 at a high speed as MPEG1 audio layer III decode processors and in which computer reading is possible.

[0026] The purpose of further others of this invention is offering the record medium which recorded the program for operating the MPEG1 audio layer III decode processor and computer which can perform IMDCT processing at a high speed and can perform decode processing of MP3 at a high speed as MPEG1 audio layer III decode processors and in which computer reading is possible.

[0027] The purpose of further others of this invention is offering the record medium which recorded the program for operating the MPEG1 audio layer III decode processor and computer which can perform subband composition processing PFB's having been used for the high speed, and can perform decode processing of MP3 at a high speed as MPEG1 audio layer III decode processors and in which computer reading is possible.

[0028]

[Means for Solving the Problem] The MPEG1 audio layer III decode processor concerning invention according to claim 1 The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section and bit stream decomposition was carried out based on side information, The Huffman decoder which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section and included in side information, The zero detecting element which is connected to the Huffman decoder and detects the band all whose values are 0 among Huffman code data, It connects with the Huffman decoder, a zero detecting element, the bit stream decomposition section, and a scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the output, the side information, the scale factor, and Huffman code data of a zero detecting element, It connects with a reverse quantizer, inverse mapping of the output of a reverse quantizer is carried out, and the hybrid

filter bank section restored to a time domain signal is included.

[0029] In a reverse quantizer, reverse quantization processing is omissible with a zero detecting element about the band all whose values of Huffman code data are 0. For this reason, reverse quantization processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0030] In addition to the configuration of invention according to claim 1, a zero detecting element is connected to the Huffman decoder, and invention according to claim 2 contains the 1st zero detector which detects the band all whose values are 0 among Huffman code data, and the 2nd zero detector which detects the band where it connects with the Huffman decoder and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from Huffman code data.

[0031] Invention according to claim 3 in the configuration of invention according to claim 2 in addition, the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to the butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, It connects with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0032] In addition to the configuration of invention according to claim 3, the butterfly session section is connected to the 2nd zero detector and reverse quantizer, and invention according to claim 4 includes 1st means to perform a butterfly session to a reverse quantization signal, according to the output of the 2nd zero detector.

[0033] The 1st means can omit the butterfly session to a reverse quantization signal about the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0034] invention according to claim 5 — the configuration of invention according to claim 3 or 4 — in addition, it connects with the 2nd zero detector and butterfly session section, and the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section includes 2nd means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, according to the output of the 2nd zero detector.

[0035] The 2nd means can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0036] In addition to the configuration of invention according to claim 3 to 5, the subband composition processing section is connected to the 2nd zero detector and the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and invention according to claim 6 includes 3rd means to perform subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, according to the output of the 2nd zero detector.

[0037] The 3rd means can omit the subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section about the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0038] Invention according to claim 7 in the configuration of invention according to claim 3 in addition, the hybrid filter bank section Connect with the butterfly session section and the 3rd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section is included further. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with the 2nd and 3rd zero detectors and butterfly session sections, and 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section is included according to the output of the 2nd and 3rd zero detectors.

[0039] The 1st means can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the judged band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section detected with the 3rd zero detector, and the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0040] The MPEG1 audio layer III decode processor concerning invention according to claim 8 The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section and bit stream decomposition was carried out based on side information, The Huffman decoder which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section and included in side information, The 1st zero detector which detects the band where it connects with the Huffman decoder and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from Huffman code data, The reverse quantizer which is connected to the Huffman decoder, the bit stream decomposition section; and a scale-factor decoder, and performs reverse quantization processing of Huffman code data based on side information, a scale factor, and Huffman code data, It connects with the 1st zero detector and reverse quantizer, inverse mapping of the output of a reverse quantizer is carried out according to the output of the 1st zero detector, and the hybrid filter bank section restored to a time domain signal is included.

[0041] The hybrid filter bank section can omit inverse-mapping processing of the output of a reverse quantizer about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, inverse-mapping processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0042] Invention according to claim 9 in the configuration of invention according to claim 8 in addition, the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to the 1st zero detector and reverse quantizer, and is outputted from a reverse quantizer according to the output of the 1st zero detector, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to the butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, It connects with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0043] The butterfly session section can omit the butterfly session to a reverse quantization signal about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0044] Invention according to claim 10 in the configuration of invention according to claim 8 in addition,

the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, Connect with the 1st zero detector and butterfly session section, and the output of the 1st zero detector is followed. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, It connects with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0045] The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0046] Invention according to claim 11 in the configuration of invention according to claim 10 in addition, the hybrid filter bank section Connect with the butterfly session section and the 2nd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section is included further. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with the 1st and 2nd zero detectors and butterfly session sections, and 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section is included according to the output of the 1st and 2nd zero detectors.

[0047] The 1st means can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the judged band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section detected with the 2nd zero detector, and the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0048] Invention according to claim 12 in the configuration of invention according to claim 8 in addition, the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to the butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, It connects with the 1st zero detector and the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section. According to the output of the 1st zero detector, the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0049] The subband composition processing section can omit the subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0050] The MPEG1 audio layer III decode processor concerning invention according to claim 13 The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the



Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section and bit stream decomposition was carried out based on side information, The Huffman decoder which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section and included in side information, It connects with the Huffman decoder, the bit stream decomposition section, and a scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the output, the side information, the scale factor, and Huffman code data of a zero detecting element, The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, Connect with the butterfly session section and the result of an operation of the butterfly session section is received. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing, Connect with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section Connect with the butterfly session section and the result of an operation of the butterfly session section is received. In case an addition result with the multiplier beforehand determined as the result of an operation is accumulated, the absolute value of an accumulation value

The accumulation value calculation section which computes the accumulation value of the number which omitted the operation when it turned out beforehand that it becomes equal to the absolute value of the accumulation value already performed, and was defined beforehand, It connects with the accumulation value calculation section, and the windowing-function processing section which multiplies the windowing function chosen according to the regulation beforehand set to each accumulation value is included.

[0051] In case it accumulates an addition result with the multiplier beforehand determined as the butterfly session result, the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform section omits an operation, when it turns out beforehand that the absolute value of an accumulation value becomes equal to the absolute value of the accumulation value already performed. For this reason, the operation of an accumulation value is made to a high speed, and reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0052] The record medium concerning invention according to claim 14 in which computer reading is possible is recording the program for operating a computer as an MPEG1 audio layer III decode processor. The above-mentioned MPEG1 audio layer III decode processor The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section and bit stream decomposition was carried out based on side information, The Huffman decoder which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section and included in side information, The zero detecting element which is connected to the Huffman decoder and detects the band all whose values are 0 among Huffman code data, It connects with the Huffman decoder, a zero detecting element, the bit stream decomposition section, and a scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the output, the side information, the scale factor, and Huffman code data of a zero detecting element, It connects with a reverse quantizer, inverse mapping of the output of a reverse quantizer is carried out, and the hybrid filter bank section restored to a time domain signal is included.

[0053] In a reverse quantizer, reverse quantization processing is omissible with a zero detecting element about the band all whose values of Huffman code data are 0. For this reason, reverse quantization processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0054] In addition to the configuration of invention according to claim 14, a zero detecting element is connected to the Huffman decoder, and invention according to claim 15 contains the 1st zero detector which detects the band all whose values are 0 among Huffman code data, and the 2nd zero detector which detects the band where it connects with the Huffman decoder and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from Huffman code data.

[0055] Invention according to claim 16 in the configuration of invention according to claim 15 in addition, the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to the butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, It connects with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0056] In addition to the configuration of invention according to claim 16, the butterfly session section is connected to the 2nd zero detector and reverse quantizer, and invention according to claim 17 includes 1st means to perform a butterfly session to a reverse quantization signal, according to the output of the 2nd zero detector.

[0057] The 1st means can omit the butterfly session to a reverse quantization signal about the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0058] invention according to claim 18 — the configuration of invention according to claim 16 or 17 — in addition, it connects with the 2nd zero detector and butterfly session section, and the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section includes 2nd means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, according to the output of the 2nd zero detector.

[0059] The 2nd means can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0060] In addition to the configuration of invention according to claim 16 to 18, the subband composition processing section is connected to the 2nd zero detector and the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and invention according to claim 19 includes 3rd means to perform subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, according to the output of the 2nd zero detector.

[0061] The 3rd means can omit the subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section about the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0062] Invention according to claim 20 in the configuration of invention according to claim 16 in addition,

the hybrid filter bank section Connect with the butterfly session section and the 3rd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section is included further. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with the 2nd and 3rd zero detectors and butterfly session sections, and 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section is included according to the output of the 2nd and 3rd zero detectors.

[0063] The 1st means can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the judged band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section detected with the 3rd zero detector, and the band where coding of MP3 detected with the 2nd zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0064] The record medium concerning invention according to claim 21 in which computer reading is possible is recording the program for operating a computer as an MPEG1 audio layer III decode processor. The above-mentioned MPEG1 audio layer III decode processor The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section and bit stream decomposition was carried out based on side information, The Huffman decoder which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section and included in side information, The 1st zero detector which detects the band where it connects with the Huffman decoder and coding of the MPEG1 audio layer III is not carried out from Huffman code data, The reverse quantizer which is connected to the Huffman decoder, the bit stream decomposition section, and a scale-factor decoder, and performs reverse quantization processing of Huffman code data based on side information, a scale factor, and Huffman code data; It connects with the 1st zero detector and reverse quantizer, inverse mapping of the output of a reverse quantizer is carried out according to the output of the 1st zero detector, and the hybrid filter bank section restored to a time domain signal is included.

[0065] The hybrid filter bank section can omit inverse-mapping processing of the output of a reverse quantizer about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, inverse-mapping processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0066] Invention according to claim 22 in the configuration of invention according to claim 21 in addition, the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to the 1st zero detector and reverse quantizer, and is outputted from a reverse quantizer according to the output of the 1st zero detector, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to the butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section. It connects with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0067] The butterfly session section can omit the butterfly session to a reverse quantization signal about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0068] Invention according to claim 23 in the configuration of invention according to claim 21 in addition, the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, Connect with the 1st zero detector and butterfly session section, and the output of the 1st zero detector is followed. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, It connects with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0069] The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0070] Invention according to claim 24 in the configuration of invention according to claim 23 in addition, the hybrid filter bank section Connect with the butterfly session section and the 2nd zero detector which detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section is included further. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section It connects with the 1st and 2nd zero detectors and butterfly session sections, and 1st means to perform reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section is included according to the output of the 1st and 2nd zero detectors.

[0071] The 1st means can omit the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to a butterfly session result about the judged band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section detected with the 2nd zero detector, and the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0072] Invention according to claim 25 in the configuration of invention according to claim 21 in addition, the hybrid filter bank section The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section which is connected to the butterfly session section and performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing to the result of an operation of the butterfly session section, It connects with the 1st zero detector and the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section. According to the output of the 1st zero detector, the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included.

[0073] The subband composition processing section can omit the subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section about the band where coding of MP3 detected with the 1st zero detector is not carried out. For this reason, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0074] The record medium concerning invention according to claim 26 in which computer reading is possible is recording the program for operating a computer as an MPEG1 audio layer III decode

processor. The above-mentioned MPEG1 audio layer III decode processor The bit stream decomposition section which decomposes the bit string of the inputted MPEG1 audio layer III into side information, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section and bit stream decomposition was carried out based on side information, The Huffman decoder which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section and included in side information, It connects with the Huffman decoder, the bit stream decomposition section, and a scale-factor decoder. The reverse quantizer which performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the output, the side information, the scale factor, and Huffman code data of a zero detecting element, The butterfly session section which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which is connected to a reverse quantizer and outputted from a reverse quantizer, Connect with the butterfly session section and the result of an operation of the butterfly session section is received. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing-section which performs reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing, Connect with the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section, and the subband composition processing section which performs subband composition processing using a poliphase filter bank to the result of an operation of the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section is included. The reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing section Connect with the butterfly session section and the result of an operation of the butterfly session section is received. In case an addition result with the multiplier beforehand determined as the result of an operation is accumulated, the absolute value of an accumulation value The accumulation value calculation section which computes the accumulation value of the number which omitted the operation when it turned out beforehand that it becomes equal to the absolute value of the accumulation value already performed, and was defined beforehand, It connects with the accumulation value calculation section, and the windowing-function processing section which multiplies the windowing function chosen according to the regulation beforehand set to each accumulation value is included. [0075] In case it accumulates an addition result with the multiplier beforehand determined as the butterfly session result, the reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform section omits an operation, when it turns out beforehand that the absolute value of an accumulation value becomes equal to the absolute value of the accumulation value already performed. For this reason, the operation of an accumulation value is made to a high speed, and reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0076]

[Embodiment of the Invention] With reference to [gestalt 1 of operation] drawing 1 , the decoder of the audio data division of MP3 concerning the gestalt 1 of operation of this invention is explained. Since the bit stream of MP3 is the same as that of the bit stream of the conventional MP3 explained with reference to drawing 15 , explanation is not repeated.

[0077] Drawing 1 is referred to. The decoder of the audio data division 3 of MP3. The bit stream decomposition section 5 which decomposes the inputted bit string into the side information 6, a scale factor, and Huffman code data including bit allocation information and the Huffman table information, The scale-factor decoder 7 which decodes the scale factor by which was connected to the bit stream decomposition section 5, and bit stream decomposition was carried out based on the side information 6, The Huffman decoder 8 which decodes the Huffman code data by which bit stream decomposition was carried out based on the Huffman table information which is connected to the bit stream decomposition section 5, and is included in the side information 6, The zero detector 21 which is connected to the Huffman decoder 8 and detects the band all whose values are 0 among Huffman code data, The zero

detector 22 which detects the band where it connects with the Huffman decoder 8, and coding of MP3 is not carried out. It connects with the Huffman decoder 8, zero detectors 21 and 22, the bit stream decomposition section 5, and the scale-factor decoder 7. The reverse quantizer 23 which performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the output, the side information 6, the scale factor, and Huffman code data of zero detectors 21 and 22. It connects with a zero detector 22 and the reverse quantizer 23, inverse mapping of the output of the reverse quantizer 23 is carried out according to the output of a zero detector 22, and HFB24 restored to a time domain signal is included. [0078] The butterfly session section 25 which performs a butterfly session to the reverse quantization signal which HFB24 is connected to a zero detector 22 and the reverse quantizer 23, and is outputted from the reverse quantizer 23 according to the output of a zero detector 22. The zero detector 26 which is connected to the butterfly session section 25 and detects the band all whose values are 0 among the results of an operation in the butterfly session section 25. The IMDCT operation part 27 which is connected to the butterfly session section 25 and zero detectors 26 and 22, and performs IMDCT processing to the result of an operation in the butterfly session section 25 according to the output of zero detectors 26 and 22. It connects with a zero detector 22 and the IMDCT operation part 27, and the subband composition processing section 28 which performs subband composition processing using PFB to the result of an operation of the IMDCT operation part 27 is included according to the output of a zero detector 22.

[0079] With reference to drawing 2, each part of the decoder of the audio data division 3 of MP3 operates as follows. The bit stream decomposition section 5, the scale-factor decoder 7, and the Huffman decoder 8 perform an extract and analysis of the inputted header of a bit string, decode of the side information 6, decode of a scale factor, and decode of Huffman code data like the conventional decoder explained with reference to drawing 17 (S14-S17).

[0080] A zero detector 21 receives Huffman code data from the Huffman decoder 8, and the band all whose values are 0 among Huffman code data is detected (S32). A zero detector 22 receives Huffman code data from the Huffman decoder 8, and the band where coding of MP3 is not carried out is detected (S33). The reverse quantizer 23 performs reverse quantization processing of Huffman code data based on the processing result of S32 and S33 (S34). The butterfly session section 25 gives a butterfly session to the reverse quantization processing result required in processing of S34 based on the processing result of S33 (S35). A zero detector 26 receives the result of a butterfly session, and all values detect the band of 0 among the results of an operation of a butterfly session (S36). The IMDCT operation part 27 performs IMDCT processing according to the processing result of S33 and S36 (S37). Based on the processing result of S33, the subband composition processing section 28 performs subband composition processing using PFB to the result of an operation of the IMDCT operation part 27 (S38), and outputs the PCM data (playback sample data) which are a time domain signal (S22).

[0081] Hereafter, processing of S32-S38 is explained in detail one by one, referring to drawing.

[0082] Processing of drawing 2 of S32 is explained with reference to drawing 3 and drawing 4.

Processing of S32 judges whether all the values is (i, 0)-is (i, 17) of the i-th line (i-th band) are 0 to the Huffman code data is (i, j) ( $0 \leq i \leq 31$ ,  $0 \leq j \leq 17$ ) required in processing to S17. A zero detector 21 receives the Huffman code data is (i, j) ( $0 \leq i \leq 31$ ,  $0 \leq j \leq 17$ ) from the Huffman decoder 8 (S41). 0 is set as Counter i (S42). OR a of all the Huffman code data is (i, 0)-is (i, 17) contained in the i-th band is calculated (S43). OR a will be set to 0 if all the values of is (i, 0)-is (i, 17) become zero. If OR a is 0 (it is a=0 at S44), 1 will be set as flag flag\_is (i) (S46). If OR a is not 0 (it is a!=0 at S44), 0 will be set as flag flag\_is (i) (S45). One counter i is incremented after S45 or processing of S46 (S47). It investigates whether the value of Counter i is smaller than 32 (S48), and if the value of Counter i is smaller than 32 (it is YES at S48), the processing after S43 will be repeated. With [ the value of Counter i ] 32 [ or more ] (it is NO at S48), processing of S32 is ended.

[0083] Suppose that all in at the time of i= 17 and i= 29 (i, j) ( $0 \leq j \leq 17$ ) is 0 with reference to drawing 4. In this case, the value of flag\_is (17) and flag\_is (29) is set as 1.



[0084] Processing of drawing 2 of S33 is explained with reference to drawing 5. In coding of MP3, an algorithm which makes min signal degradation of the band which human being tends to hear is used. In other words, only the sound which human being can hear is encoded and data are deleted about the component of a sound like especially a high-frequency component which cannot be heard. In the Huffman decode processing, only the part encoded was decoded on the Huffman table and the decode result of the part which is not encoded is placed with 0. A zero detector 22 uses the above-mentioned description, and performs processing for performing processing after reverse quantization processing (processing after S34 of drawing 2) at a high speed.

[0085] A zero detector 22 sets 0 as Counter cnt (S51), and sets 0 as counter cnt\_zero (S52). Counter cnt is a counter counted up whenever it carries out the raster scan of the Huffman code data is (i, j) as shown in drawing 4 to order from the upper left to the lower right. When counter cnt\_zero carries out the raster scan of the same Huffman code data is (i, j), it holds the value of the counter cnt in case all the Huffman code data is (i, j) are set to 0 in subsequent scans.

[0086] According to (8) and a formula (9), it asks [ from Counter cnt ] for the band number i and sample-number j below, respectively (S53).

[0087]

$i = \text{cnt} / 18$  (integer part when dividing Counter cnt by 18)

— (8)

$j = \text{cnt} \% 18$  (remainder when dividing Counter cnt by 18) — (9)

The Huffman code data is (i, j) investigate whether it is 0 (S54), and if the Huffman code data is (i, j) are not 0 (it is YES at S54), the value which added 1 to the counter cnt at that time will be written in counter cnt\_zero (S55). The Huffman code data is (i, j) are 0, or (it is NO at S54) one counter cnt is incremented after processing of S55 (S56). It investigates whether Counter cnt is smaller than 576 (S57), and if Counter cnt is smaller than 576 (it is YES at S57), the processing after S53 will be repeated. If Counter cnt has become 576 or more (it is NO at S57), a line number (band number) L will be calculated according to the following formulas (10) (S58).

[0088]

$L = (\text{cnt\_zero} / 18) + 1$  — (10)

Thereby, in the band after the Lth line, it is guaranteed that the Huffman code data is (i, j) are 0 altogether. For example, in the case of cnt\_zero=424 (i, j) (= (23 10)), in the band after a line number L=24, the Huffman code data is (i, j) are 0 altogether. This line number L is used by the processing after S34 of drawing 2.

[0089] Processing of drawing 2 of S34 is explained with reference to drawing 6. The reverse quantizer 23 sets 0 as Counter i (S61). flag\_is (i) outputted from a zero detector 21 is checked (S62). In the case of flag\_is(i) = 0, NO) and a reverse quantization operation are performed by (S62, and a result is stored in  $X_r(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) (S63). The reverse quantization result of an operation  $X_r(i, j)$  is called for as usual according to a formula (1). In the case of flag\_is(i) = 1, since YES) and the Huffman code data is (i, j) of the i-th line are 0 in (S62, the result of an operation  $X_r(i, j)$  of a formula (1) becomes with 0. Therefore, the operation of a formula (1) is omitted and 0 is substituted for  $X_r(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) (S64).

[0090] By inserting the above zero detectors 21 before 23 of a reverse quantizer, a reverse quantization operation (operation of a formula (1)) can be omitted one-line (one-band) per 18 times, and reverse quantization processing can be carried out at a high speed.

[0091] It investigates whether the reverse quantizer 23 is smaller than the line number L which one counter i was incremented (S65) and asked for Counter i with the zero detector 22 (S66). If Counter i is smaller than a line number L (it is YES at S66), the processing after S62 will be repeated. If Counter i is more than the line number L (it is NO at S66), it turns out that all the values of the Huffman code data is (i, j) ( $L \leq i < 32$ ,  $0 \leq j < 18$ ) after the Lth line are 0. For this reason, 0 is altogether substituted for the subsequent reverse quantization results of an operation  $X_r(i, j)$ . Specifically, L is set as Counter i (S67). It investigates whether Counter i is smaller than 32 (S68). 0 will be substituted for the reverse

quantization result of an operation  $X_r(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) if Counter  $i$  is smaller than 32 (it is YES at S68) (S69). One counter  $i$  is incremented (S70) and the processing after S68 is repeated. The reverse quantization processing (S34 of drawing 2) by NO) and the reverse quantizer 23 is ended by (S68 in the phase in which Counter  $i$  became 32 or more.

[0092] Thus, it is not necessary to calculate a formula (1) only in the range of  $0 \leq i < L$ , and to calculate a formula (1) in  $L \leq i < 32$  that what is necessary is just to store a result in  $X_r(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ). Therefore,  $\{(32-L) \times 18\}$  time abbreviation of the operation of a formula (1) can be carried out.

[0093] Processing of drawing 2 of S35 is explained with reference to drawing 7. The butterfly session section 25 sets 0 as Counter  $i$  (S71). The butterfly session section 25 performs a butterfly session as usual according to a formula (2) (S72). One counter  $i$  is incremented (S73). It investigates whether it is smaller than the line number  $L$  asked for Counter  $i$  with the zero detector 22 (S74), and if Counter  $i$  is smaller than  $L$  (it is YES at S74), the processing after S72 will be repeated.

[0094] Here, it turns out beforehand that the reverse quantization result of an operation  $X_r(i, j)$  after the  $L$ th line is 0 altogether. Therefore, the result of an operation  $X$  of the butterfly session after the  $L$ th line ( $i, j$ ) is altogether set to 0. For this reason, when Counter  $i$  becomes more than  $L$ ,  $L$  is re(S75) set as NO) and Counter  $i$  by (S74, and it judges whether Counter  $i$  is smaller than 32 (S76). 0 will be substituted for the butterfly session result  $X(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) if Counter  $i$  is smaller than 32 (it is YES at S76) (S77). One counter  $i$  is incremented (S78) and it returns to S76. Processing will be ended if Counter  $i$  has become 32 or more (it is NO at S76).

[0095] Also about the rose fly operation 48, a formula (2) is calculated only in the range of  $0 \leq i < L$  like a reverse quantization operation from the result of a zero detector 22, and a result is stored in  $X(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ). Since reverse quantization processing shows that it is 0 altogether, the value of  $X_r$  after the  $L$ th line ( $i, j$ ) ( $L \leq i < 31$ ,  $0 \leq j < 18$ ) does not need to calculate a formula (2), and it can carry out the time  $(31-L)$  abbreviation of the operation of a formula (2) about  $i$ .

[0096] S36 of drawing 2 is explained. A zero detector 26 takes the same configuration as a zero detector 21. For this reason, it is only that processing and the input of S32 (drawing 2) differ from each other, and processing of S36 is the same processing. To the butterfly session result  $X(i, j)$  ( $0 \leq i < 32$ ,  $0 \leq j < 18$ ), a zero detector 26 judges whether the butterfly session results  $X(i, 0) - X(i, 17)$  of Line  $i$  ( $i$ -th band) are 0 altogether, and sets a judgment result as flag  $\text{flag\_X}(i)$  and ( $0 \leq i < 32$ ). Since this judgment approach is the same as that of processing of S32 explained with reference to drawing 3 and drawing 4, explanation is not repeated.

[0097] Processing of drawing 2 of S37 is explained with reference to drawing 8. The IMDCT operation part 27 sets 0 to Counter  $i$  (S81). Output  $\text{flag\_X}(i)$  of a zero detector 26 is checked (S82). If it is  $\text{flag\_X}(i) = 0$  (it is NO at S82), as usual, it will ask for the aperture result of an operation  $H_i(n)$  according to a formula (3) - a formula (5), a series of IMDCT processings in which processing about overlap is performed to the aperture result of an operation  $H_i(n)$  will be performed, and the processing result  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) will be searched for (S83). If it is  $\text{flag\_X}(i) = 1$  (it is YES at S82), the butterfly session result  $X$  of the  $i$ -th line ( $i, j$ ) ( $0 \leq j < 18$ ) is 0 altogether. For this reason, as for the processing result  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ), it turns out that it is pre-set to 0, and 0 is substituted for the processing result  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ), without performing IMDCT processing (S84).

[0098] At IMDCT, the operation of a formula (3) and a formula (5) is performed, and there are many amounts of operations of 1 time of IMDCT. By inserting the above zero detectors 26, IMDCT processing can be excluded and the amount of operations decreases. This leads also to improvement in the speed of decode processing.

[0099] The IMDCT operation part 27 increments one counter  $i$  after S83 or processing of S84 (S85), and it judges whether it is below the line number  $L$  asked for Counter  $i$  with the zero detector 22 (S86). If Counter  $i$  is below the line number  $L$  called for with the zero detector 22 (it is YES at S86), the processing after S82 will be repeated.

[0100] When Counter  $i$  becomes larger than a line number  $L$ ,  $(L+1)$  is set as NO) and Counter  $i$  by (S86

(S87), and it investigates whether Counter i is smaller than 32 (S88). If Counter i is smaller than 32 (it is NO at S88), since it turns out that the processing result Y (i, j) ( $0 \leq j < 18$ ) is set to 0 for the same reason as the case of above-mentioned flag\_X(i) = 1, 0 is substituted for the processing result Y (i, j) ( $0 \leq j < 18$ ), without performing IMDCT processing (S89). One counter i is incremented (S90) and it returns to S88. Processing will be ended if Counter i has become 32 or more (it is YES at S88).

[0101] In processing by the IMDCT operation part 27, also when Counter i is L, IMDCT processing is performed. This is because the corroboration that it was X (L, 7) as a result of [ X (L, 0) - 0 ] a butterfly session disappeared from the formula (2) of a butterfly session.

[0102] (L+1) About  $L < 32$ , since the butterfly session result X (i, j) ( $0 \leq j < 18$ ) is 0, it becomes unnecessary [ IMDCT processing ]. Therefore, IMDCT processing of {32-(L+1)} time is omissible.

[0103] Processing of drawing 2 of S38 is explained with reference to drawing 9. Subband composition is realized by 512 tap PFB. The subband composition processing section 28 defines the subband input of 32 samples as  $S_j(i) = Y(i, j)$  ( $0 \leq i < 32$ , j: sample number of arbitration) (S91).

[0104] Here, originally the formula (6) which asks for periodic addition signal V (m) is performing the sum-of-products operation in  $0 \leq i < 32$ . However, the result of a zero detector 22 shows beforehand that  $S_j(i)$  is 0 in the range of  $L < i < 32$ . For this reason, in case  $S_j(i)$  of the range of  $L < i < 32$  asks for periodic addition signal V (m), it is unnecessary. Therefore, a formula (6) can be rewritten like a formula (11).

[0105]

[Equation 4]

$$V(m) = \sum_{i=0}^L N(m, i) S_j(i), \quad 0 \leq m < 64 \quad \dots (11)$$

[0106] The subband composition processing section 28 sets 0 to Counter m (S92), and sets 0 to Counter i (S93). The subband composition processing section 28 calculates a formula (11), and asks for periodic addition signal V (m) (S94-S96). Periodic addition signal V(m) to the counter m by which a current setup is carried out increments NO) and Counter m by \*\* \*\* and (S96 (S97), and it investigates whether Counter m is smaller than 64 (S98). If Counter m is smaller than 64 (it is YES at S98), S93 will be asked for periodic addition signal V (m) to return and the counter m set up according to a formula (11). With [ Counter m ] 64 [ or more ] (it is NO at S98), V (m) and ( $0 \leq m < 1024$ ) to 512 data are stored in drawing and variable U (k) and ( $k=0-511$ ) (S26). The playback sample data (time domain signal) of 32 is obtained by calculating the same formula (7) as usual using U (k) (S27).

[0107] By applying a formula (11), per flow of drawing 9, the sum-of-products operation of a  $18 \times 64 \times (31-L) = 1152 \times (31-L)$  time can be omitted, and subband composition processing can be performed at a high speed per  $64 \times (31-L)$  time and 1 GURANYURU.

[0108] With reference to drawing 10, by using zero detectors 21, 22, and 26 explains an example about the count of the operation omitted. The result of having received the Huffman code data 87 called for with the Huffman decoder 8, and having calculated with the zero detector 21 and the zero detector 22, line-number i = — it is detected that the Huffman code data is (i, j) ( $0 \leq j < 18$ ) of 2 or 14 lines are 0 altogether, and it presupposes that it was detected that the Huffman code data is (i, j) ( $L \leq i < 32$ ,  $0 \leq j < 18$ ) of the line after a line number L = 23 are 0 altogether. Therefore, in the reverse quantizer 23, the operation of a  $x(1+1+(32-23))18=198$  time formula (1) is omissible. Moreover, in the butterfly session section 25, although a butterfly session is performed to the reverse quantization result of an operation 88, the butterfly session from the 23rd line to the 31st line is omissible. In the butterfly session shown in a formula (2), processing is performed every two lines. Therefore, in the butterfly session section 25, the operation of a  $=(32-23-1) 8$  time formula (2) is omissible. Suppose that the result of an operation X of the 14th line and the 24-31st line (i, j) ( $i=14, 24-31, 0 \leq j < 18$ ) was 0 among the butterfly session results 89. A line number i = 14 is detected by the zero detector 26. For this reason, in the IMDCT operation part 27, the 14th line and the IMDCT processing to — of 24th line the 31st line can be omitted, and a total of nine IMDCT processings can be omitted.

[0109] By inserting the above zero detectors 22, per 1 GURANYURU, A reverse quantization operation (formula (1)) is related with  $((32-L) \times 18)$  time, and a butterfly session (formula (2)) is related with Counter i. A time  $(31-L)$ , The  $18 \times 64 \times (31-L) = 1152 \times (31-L)$  time abbreviation of the sum-of-products operation (formula (6)) in a time  $(31-L)$  and the subband composition processing section 28 can be carried out for IMDCT processing. Therefore, the data of MP3 can be decoded at a high speed.

[0110] Moreover, by using a zero detector 21, a reverse quantization operation can be reduced further and IMDCT processing can be further reduced by using a zero detector 26.

[0111] In addition, the decoder concerning the gestalt of this operation is realizable using a computer. That is, program execution of the processing performed with a decoder is carried out by CPU (Central Processing Unit), and you may make it make memory memorize the result of an operation in each processing section.

[0112] [the gestalt 2 of operation] — the memory (Dynamic Random Access Memory) connected to MPU (Micro Processing Unit: RISC (Reduced Instruction Set Computer) processor without a special addressing mode) and MPU is used, and the case where the decoder shown in drawing 16 is made is considered.

[0113] Signs that change an IMDCT processing result to drawing 11 (b) matrix ON again, and signs that Y (i, j) is stored in memory (RAM connected to MPU) at drawing 11 (a) as a result of IMDCT processing are stored in memory are shown. The sequential direction of memory is the lateral arrow head 102, and the input data to PFB is read in order of the direction of i of arrow heads 103 or 104. In the case of drawing 11 (a), data required for the operation of a formula (6) will be read to the lengthwise direction of an arrow head 103. In this case, whenever it reads one data, address computation is needed, and two or more data cannot be read continuously. Moreover, since memory will be referred to at random, the hit ratio of a cache falls and the probability for weight to enter whenever it refers to memory becomes high.

[0114] Then, like drawing 11 (b), if the result of IMDCT processing is stored, data required for the operation of a formula (6) can be sequentially read in the direction of an arrow head 104, and the above-mentioned problem will be solved. In the case of MPU which is supporting the load instruction with an auto increment function especially, with reference to drawing 12 from which address computation becomes unnecessary, the processing in the IMDCT operation part 12 of drawing 16 is explained. The head address of the field of memory where Y (i, j) is stored as a result of IMDCT processing is set to aY, and 0 is set to Counter i (S106). Here, the data length of the IMDCT result of an operation is made into 4 bytes (32 bits). The head address aY is copied to Variable addr, and 0 is set to Counter j (S107). An IMDCT operation is performed as usual (S108), and a processing result is stored in the field of an address (S109). The IMDCT result of an operation is called for in the direction of an arrow head 105 in order. For this reason, the field which stores the following result turns into a field of 32 piece x 4-byte = 128-byte beyond. Therefore, 128 is added to Variable addr and one counter j is incremented (S110). Processings from S108 to S110 are repeated 18 times (S111). Then, 4 bytes (one data) of head address aY is shifted in the sequential direction, and one counter i is incremented (S112). By repeating processings from S107 to S112 32 times, the result of IMDCT processing is stored in memory like drawing 11 (b).

[0115] Thereby, in calculating a formula (6) in the subband composition processing in the continuing subband composition processing section 13, read-out of data can be performed at a high speed, and the data of MP3 can be decoded at a high speed.

[0116] With reference to [gestalt 3 of operation] drawing 13, the IMDCT operation part 150 is used for the decoder of the audio data division of MP3 concerning the gestalt of this operation instead of the conventional IMDCT operation part 12 explained with reference to drawing 16. For this reason, the explanation about the other component is not repeated.

[0117] When the multiplier of the formula (4) of IMDCT processing deforms shows that there is symmetric property like a formula (12). therefore, Zi (n) of a formula (3) — the relation of a formula (13) — being realized —  $0 \leq n < (N/4) \rightarrow \leq (N/2) n < (3N/4)$  — what is necessary will be to calculate

$Z_i(n)$  only about the range. Therefore, count of a formula (3) serves as a half count compared with the former.

[0118] If the case where it is referred to as  $N=12$  and  $k=0$  is taken for an example, the relation of a formula (14) will be realized. Therefore, a formula (15) is obtained from a formula (13).

[0119]

[Equation 5]

$$\left. \begin{aligned} C\left(\frac{N}{2}-n-1, k\right) &= -C(n, k) \\ C(N-n-1, k) &= C\left(\frac{N}{2}+n, k\right) \end{aligned} \right\} \quad 0 \leq n < \frac{N}{4} \quad \dots (12)$$

$$\left. \begin{aligned} Z_i\left(\frac{N}{2}-n-1\right) &= -Z_i(n) \\ Z_i(N-n-1) &= Z_i\left(\frac{N}{2}+n\right) \end{aligned} \right\} \quad 0 \leq n < \frac{N}{4} \quad \dots (13)$$

$$\left. \begin{aligned} C(5-n, 0) &= -C(n, 0) \\ C(11-n, 0) &= C(6+n, 0) \end{aligned} \right\} \quad 0 \leq n \leq 2 \quad \dots (14)$$

$$\left. \begin{aligned} Z_i(3) &= -Z_i(2), & Z_i(9) &= Z_i(8) \\ Z_i(4) &= -Z_i(1), & Z_i(10) &= Z_i(7) \\ Z_i(5) &= -Z_i(0), & Z_i(11) &= Z_i(6) \end{aligned} \right\} \quad \dots (15)$$

[0120] Therefore, it turns out that it becomes unnecessary to calculate only six values,  $Z_i(0)$ ,  $Z_i(1)$ ,  $Z_i(2)$ ,  $Z_i(6)$ ,  $Z_i(7)$ , and  $Z_i(8)$ , and the count of count becomes half.

[0121] By using this symmetric property, count of a formula (3) can be made into one half, and decode processing can be carried out at a high speed.

[0122] Moreover, the aperture credit processing result for two is calculable from the result of an operation of one IMDCT processing also about the aperture credit processing (formula (5)) performed continuously. Then, the aperture multiplier in aperture credit processing prepares the thing in consideration of the order of arrangement, or sign reversal. The example in  $N=12$  is shown in drawing 14 R> 4. From the relation of a formula (15), a formula (5) is calculable like a formula (16).

[0123]

[Equation 6]

$$\left. \begin{aligned} H_i(0) &= W(0) \times Z_i(0), & H_i(5) &= W(5) \times (-Z_i(0)) \\ H_i(1) &= W(1) \times Z_i(1), & H_i(4) &= W(4) \times (-Z_i(1)) \\ H_i(2) &= W(2) \times Z_i(2), & H_i(3) &= W(3) \times (-Z_i(2)) \\ H_i(6) &= W(6) \times Z_i(6), & H_i(11) &= W(11) \times Z_i(6) \\ H_i(7) &= W(7) \times Z_i(7), & H_i(10) &= W(10) \times Z_i(7) \\ H_i(8) &= W(8) \times Z_i(8), & H_i(9) &= W(9) \times Z_i(8) \end{aligned} \right\} \quad \dots (16)$$

[0124] According to a formula (16), as shown in drawing 14, sign reversal is also taken into consideration. Aperture multiplier  $W(n)$  It stores in succession on memory in order of  $W(0)$ ,  $-W(5)$ ,  $-W(1)$ ,  $-W(4)$ ,  $-W(2)$ ,  $-W(3)$ ,  $-W(6)$ ,  $-W(11)$ ,  $-W(7)$ ,  $-W(10)$ ,  $-W(8)$ , and  $-W(9)$ .

[0125] Since a windowing function can be read continuously by this, access to memory becomes a high speed and leads to improvement in the speed of processing speed.  $H(n)$  is calculated by the formula (16) in order of  $H_i(0)$ ,  $H_i(5)$ ,  $H_i(1)$ ,  $H_i(4)$ ,  $H_i(2)$ ,  $H_i(3)$ ,  $H_i(6)$ ,  $H_i(11)$ ,  $H_i(7)$ ,  $H_i(10)$ ,  $H_i(8)$ , and  $H_i(9)$ . The IMDCT operation part 150 stores these in memory so that it may become original sequence (sequence calculated and searched for according to a formula (5)) ( $H_i(0)$ ,  $H_i(1)$ ,  $H_i(2)$ ,  $H_i(3)$ ,  $H_i(4)$ ,  $H_i$

(5), Hi (6), Hi (7), Hi (8), Hi (9), Hi (10), Hi (11)).

[0126] According to the decoder applied to the gestalt of this operation as mentioned above, IMDCT processing can be performed at a high speed.

[0127] In addition, it cannot be overemphasized that the IMDCT processing explained with the gestalt of this operation can be used also in the IMDCT processing in the IMDCT operation part 27 concerning the gestalt 1 of the operation explained with reference to drawing 1.

[0128] Moreover, it can realize using a computer, the decoder concerning the gestalt of this operation performs processing performed with a decoder by CPU, and you may make it make memory memorize the result of an operation in each processing section.

[0129] It should be thought that the gestalt of the operation indicated this time is [ no ] instantiation at points, and restrictive. The range of this invention is shown by the above-mentioned not explanation but claim, and it is meant that all modification in a claim, equal semantics, and within the limits is included.

[0130]

[Effect of the Invention] According to invention according to claim 1 to 3, reverse quantization processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0131] According to invention according to claim 4, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0132] According to invention according to claim 5, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0133] According to invention according to claim 6, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0134] According to invention according to claim 7, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0135] According to invention according to claim 8, inverse-mapping processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0136] According to invention according to claim 9, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0137] According to invention according to claim 10 to 11, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0138] According to invention according to claim 12, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0139] According to invention according to claim 13, the operation of an accumulation value is made to a high speed, and reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0140] According to invention according to claim 14 to 16, reverse quantization processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0141] According to invention according to claim 17, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0142] According to invention according to claim 18, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0143] According to invention according to claim 19, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0144] According to invention according to claim 20, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division



of MP3 can be decoded at a high speed.

[0145] According to invention according to claim 21, inverse-mapping processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0146] According to invention according to claim 22, a butterfly session can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0147] According to invention according to claim 23 to 24, reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0148] According to invention according to claim 25, subband composition processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

[0149] According to invention according to claim 26, the operation of an accumulation value is made to a high speed, and reverse adaptation block length deformation discrete cosine transform processing can be performed at a high speed. Thereby, the audio data division of MP3 can be decoded at a high speed.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the configuration of the decoder of the audio data division of MP3 concerning the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart of decode processing of the audio data division of MP3 concerning the gestalt 1 of operation.

[Drawing 3] It is the flow chart of the zero detection processing by the zero detector 21.

[Drawing 4] It is drawing for explaining the zero detection processing by the zero detector 21.

[Drawing 5] It is the flow chart of the zero detection processing by the zero detector 22.

[Drawing 6] It is the flow chart of the reverse quantization processing by the reverse quantizer 23.

[Drawing 7] It is the flow chart of the butterfly session processing by the butterfly session section 25.

[Drawing 8] It is the flow chart of the IMDCT processing by the IMDCT operation part 27.

[Drawing 9] It is the flow chart of the subband composition processing by the subband composition processing section 28.

[Drawing 10] It is drawing for explaining the count of an operation reduced by the decoder of the audio data division of MP3 concerning the gestalt 1 of operation.

[Drawing 11] It is drawing for explaining the storing approach of the IMDCT processing result by the decoder of the audio data division of MP3 concerning the gestalt 2 of operation of this invention.

[Drawing 12] It is drawing for explaining the IMDCT processing by the decoder of the audio data division of MP3 concerning the gestalt 2 of operation of this invention.

[Drawing 13] It is the block diagram showing the configuration of the decoder of the audio data division

of MP3 concerning the gestalt 3 of operation of this invention.

[Drawing 14] It is drawing for explaining improvement in the speed of the aperture credit processing by the decoder of the audio data division of MP3 concerning the gestalt 3 of operation.

[Drawing 15] It is drawing showing the configuration of the frame of MP3.

[Drawing 16] It is the block diagram showing the configuration of the decoder of the audio data division of the conventional MP3.

[Drawing 17] It is the flow chart of decode processing of the audio data division of the conventional MP3.

[Drawing 18] It is the flow chart of the subband composition processing in the subband composition processing section 13.

[Description of Notations]

5 The bit stream decomposition section, 6 Side information, 7 A scale-factor decoder, 21, 22, 26 A zero detector, 23 A reverse quantizer, 24 HFB, 25 The butterfly session section, 27 IMDCT operation part, 28 Subband composition processing section.

---

[Translation done.]

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号：

特開2000-323993

(P2000-323993A)

(43) 公開日 平成12年11月24日(2000.11.24)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 3 M 7/40  
G 1 0 L 11/00  
19/00

識別記号:

FI  
H03M 7/40  
G10L 9/16  
9/18

### テーマコード(参考)

**.5 D 0 4 5.**

5 J 0 6 4

M - 9A001

審査請求 未請求 請求項の数26 OL (全 24 頁)

(21)出願番号: 特願平11-129807

(22)出願日 平成11年5月11日(1999.5.11)

(71)出願人: 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者：樽木：麻衣子

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72)発明者 坂本、直史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人: 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

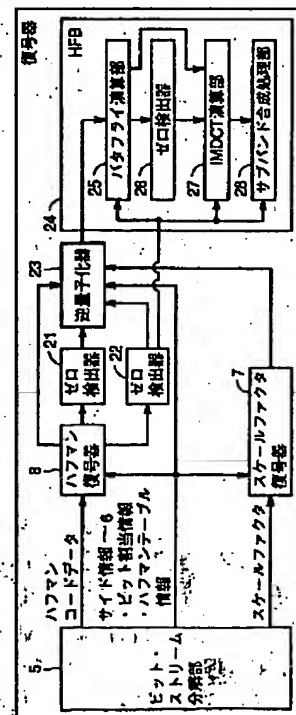
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 MPEG1オーディオレイヤⅠⅠⅠ復号処理装置およびコンピュータをMPEG1オーディオレイヤⅠⅠⅠ復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な

(57) 【要約】

【課題】 高速にMP3の復号処理を実行することができるMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置を提供する。

【解決手段】 MP 3 のオーディオデータ部の復号器は、ハフマンコードデータのうちすべての値が 0 である帯域を検出するゼロ検出器 21 と、MP 3 の符号化がされていない帯域を検出するゼロ検出器 22 と、ゼロ検出器 21 および 22 に従いハフマンコードデータを逆量子化する逆量子化器 23 と、ゼロ検出器 22 の出力に応じて、逆量子化信号にバタフライ演算を施すバタフライ演算部 25 と、バタフライ演算結果のうちすべての値が 0 である帯域を検出するゼロ検出器 26 と、ゼロ検出器 26 および 22 の出力に従いバタフライ演算結果に IMDCT 処理を施す IMDCT 演算部 27 と、ゼロ検出器 22 の出力に従い、IMDCT 演算結果に対してサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部 28 とを含む。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解された前記スケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に含まれる前記ハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解された前記ハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、

前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出するゼロ検出部と、

前記ハフマン復号器、前記ゼロ検出部、前記ビットストリーム分解部および前記スケールファクタ復号器に接続され、前記ゼロ検出部の出力、前記サイド情報、前記スケールファクタおよび前記ハフマンコードデータに基づき、前記ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、

前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部とを含む、MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項2】 前記ゼロ検出部は、前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出する第1のゼロ検出器と、前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータよりMPEG1オーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第2のゼロ検出器とを含む、請求項1に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項3】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む、請求項2に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項4】 前記バタフライ演算部は、前記第2のゼ

2

ロ検出器および前記逆量子化器に接続され、前記第2のゼロ検出器の出力に従い、前記逆量子化信号に対してバタフライ演算を行なう第1の手段を含む、請求項3に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項5】 前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記第2のゼロ検出器および前記バタフライ演算部に接続され、前記第2のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第2の手段を含む、請求項3または4に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項6】 前記サブバンド合成処理部は、前記第2のゼロ検出器および前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記第2のゼロ検出器の出力に従い、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なう第3の手段を含む、請求項3～5のいずれかに記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項7】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出する第3のゼロ検出器をさらに含み、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記第2および第3のゼロ検出器ならびに前記バタフライ演算部に接続され、前記第2および第3のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む、請求項3に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項8】 入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解された前記スケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に含まれる前記ハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解された前記ハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、

前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータよりMPEG1オーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第1のゼロ検出器と、

前記ハフマン復号器、前記ビットストリーム分解部および前記スケールファクタ復号器に接続され、前記サイド情報、前記スケールファクタおよび前記ハフマンコードデータに基づき、前記ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、

(3)

3

前記第1のゼロ検出器および前記逆量子化器に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部を含む、MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項9】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記第1のゼロ検出器および前記逆量子化器に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部を含む、請求項8に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項10】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記第1のゼロ検出器および前記バタフライ演算部に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部を含む、請求項8に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項11】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出する第2のゼロ検出器をさらに含み、

前記前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記第1および第2のゼロ検出器ならびに前記バタフライ演算部に接続され、前記第1および第2のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む、請求項10に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項12】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力さ

4

れる逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

前記第1のゼロ検出器および前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部を含む、請求項8に記載のMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項13】 入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解された前記スケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に含まれる前記ハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解された前記ハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、

前記ハフマン復号器、前記ビットストリーム分解部および前記スケールファクタ復号器に接続され、前記ゼロ検出部の出力、前記サイド情報、前記スケールファクタおよび前記ハフマンコードデータに基づき、前記ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、

前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部を含む、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果を受け、前記演算結果と予め定められた係数との積算結果を累積する際に、累積値の絶対値が、すでに実行されている累積値の絶対値と等しくなると予めわかっている場合には演算を省略し、予め定められた個数の累積値を算出する累積値算出部と、

前記累積値算出部に接続され、各累積値に、予め定めら

(4)

5

れた規則に従い選択された窓関数を掛合わせる窓関数処理部とを含む、MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置。

【請求項14】 コンピュータをMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体であって、

前記MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含む

10 サイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解された前記スケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に含まれる前記ハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解された前記ハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、

前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出するゼロ検出部と、

前記ハフマン復号器、前記ゼロ検出部、前記ビットストリーム分解部および前記スケールファクタ復号器に接続され、前記ゼロ検出部の出力、前記サイド情報、前記スケールファクタおよび前記ハフマンコードデータに基づき、前記ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、

前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部とを含む、コンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項15】 前記ゼロ検出部は、前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出する第1のゼロ検出器と、

前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータよりMPEG1オーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第2のゼロ検出器とを含む、請求項14に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項16】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換

6

理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む、請求項15に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項17】 前記バタフライ演算部は、前記第2のゼロ検出器および前記逆量子化器に接続され、前記第2のゼロ検出器の出力に従い、前記逆量子化信号に対してバタフライ演算を行なう第1の手段を含む、請求項16に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項18】 前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記第2のゼロ検出器および前記バタフライ演算部に接続され、前記第2のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第2の手段を含む、請求項16または17に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項19】 前記サブバンド合成処理部は、前記第2のゼロ検出器および前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記第2のゼロ検出器の出力に従い、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なう第3の手段を含む、請求項16～18のいずれかに記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項20】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出する第3のゼロ検出器をさらに含み、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記第2および第3のゼロ検出器ならびに前記バタフライ演算部に接続され、前記第2および第3のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む、請求項16に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項21】 コンピュータをMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体であって、

40 前記MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解された前記スケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に含まれる前記ハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解された前記ハフマンコードデータを復

50



(5)

7

号するハフマン復号器と、

前記ハフマン復号器に接続され、前記ハフマンコードデータよりMPEG1オーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第1のゼロ検出器と、

前記ハフマン復号器、前記ビットストリーム分解部および前記スケールファクタ復号器に接続され、前記サイド情報、前記スケールファクタおよび前記ハフマンコードデータに基づき、前記ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、

前記第1のゼロ検出器および前記逆量子化器に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部とを含む、コンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項22】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、

前記第1のゼロ検出器および前記逆量子化器に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む、請求項21に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項23】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、

前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記第1のゼロ検出器および前記バタフライ演算部に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む、請求項21に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項24】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出する第2のゼロ検出器をさらに含み、

8

前記前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記第1および第2のゼロ検出器ならびに前記バタフライ演算部に接続され、前記第1および第2のゼロ検出器の出力に従い、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む、請求項23に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項25】 前記ハイブリッドフィルタバンク部は、

10 前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、

20 前記第1のゼロ検出器および前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記第1のゼロ検出器の出力に従い、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む、請求項21に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項26】 コンピュータをMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体であって、

30 前記MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解された前記スケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、

前記ビットストリーム分解部に接続され、前記サイド情報に含まれる前記ハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解された前記ハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、

40 前記ハフマン復号器、前記ビットストリーム分解部および前記スケールファクタ復号器に接続され、前記ゼロ検出部の出力、前記サイド情報、前記スケールファクタおよび前記ハフマンコードデータに基づき、前記ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、

前記逆量子化器に接続され、前記逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、

50 前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果に対して、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン

(6)

9

イン変換処理部と、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含み、

前記逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、前記バタフライ演算部に接続され、前記バタフライ演算部の演算結果を受け、前記演算結果と予め定められた係数との積算結果を累積する際に、累積値の絶対値が、すでに実行されている累積値の絶対値と等しくなると予めわかっている場合には演算を省略し、予め定められた個数の累積値を算出する累積値算出部と、

前記累積値算出部に接続され、各累積値に、予め定められた規則に従い選択された窓関数を掛け合わせる窓関数処理部とを含む、コンピュータ読取可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、MPEG (Moving Picture Experts Group) 1オーディオレイヤIII復号処理装置およびコンピュータをMPEG 1オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体に関する。より特定的には、高速復号処理が可能なMPEG 1オーディオレイヤIII復号処理装置およびコンピュータをMPEG 1オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】MPEGオーディオは、高品質・高効率ステレオ・オーディオ符号化のISO/IEC (国際標準化機構/国際電気標準会議) 標準方式であり、MPEGの中で動画像の符号化と並行して標準化された。これに伴い、MPEGオーディオ関連製品が近年開発されている。

【0003】MPEGオーディオのビットストリームは、フレーム単位で構成される。フレームとは1つ1つ単独でオーディオ信号に復号できる最小単位のこと、常に一定サンプル数のデータを含んでいる。

【0004】図15を参照して、フレームは、ヘッダ1、エラーチェック2、オーディオデータ3、およびアンシラリデータ (外部データ) 4からなる。ヘッダ1は、同期語、サンプリング周波数およびビットレート等の情報を含むビットストリーム部分である。エラーチェック2は、オプションなデータであり、誤り検出のための情報を含むビットストリーム部分である。オーディオデータ3は、オーディオ・サンプルに関する情報を含むビットストリーム部分である。アンシラリデータ4は、MPEGオーディオ以外のデータを任意に挿入することのできる部分である。

10

【0005】MPEG 1オーディオレイヤIII (以下、「MP3」という。) では、1フレームあたり1152サンプルのデータを含む。1152サンプルを含む各フレームは、576サンプルのグラニュル2つに分割されている。

【0006】576サンプルの内訳は、次のとおりである。MP3の符号化において、入力信号はサブバンド分析フィルタバンクにより、時間領域から32の周波数帯域へ分割される。フィルタバンクからの各帯域の出力は、18サンプル (以下、この種の出力に対してロングブロックとも表わす)、または6×3サンプル (以下、この種の出力に対してショートブロックとも表わす) である。続いて、それぞれの帯域は、適応ブロック長変形離散コサイン変換 (Modified Discrete Cosine Transform、以下、「MDCT」という) でさらに細かいスペクトルラインに写像され、出力として18または6×3=18の周波数領域サンプルが得られる。したがって、周波数分解能は32帯域×18サンプル=576サンプル (1サンプルのデータ長は任意) となる。

【0007】図16を参照して、MP3のオーディオデータ部3の復号器は、入力されたビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報6、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部5と、ビットストリーム分解部5に接続され、サイド情報6に基づいてビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器7と、ビットストリーム分解部5に接続され、サイド情報6に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器8と、ビットストリーム分解部5、スケールファクタ復号器7およびハフマン復号器8に接続され、サイド情報6、スケールファクタおよびハフマンコードデータに基づきハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器9と、逆量子化器9に接続され、逆量子化器9の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するHFB (Hybrid Filter Bank) 10とを含む。

【0008】HFB10は、逆量子化器9に接続され、逆量子化器9より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部11と、バタフライ演算部11に接続され、バタフライ演算部11の演算結果に対して逆MDCT (以下「IMDCT」という) 処理を行なうIMDCT演算部12と、IMDCT演算部12に接続され、IMDCT演算部12の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンク (Polyphase Filter Bank、以下「PFB」という) を用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部13とを含む。

【0009】図17を参照して、MP3のオーディオデータ部3の復号器の各部は以下のように動作する。以下、取扱われるデータ長は任意である。ビットストリー

(7)

11

ム分解部5は、入力されたビット列のヘッダ1を抽出し、解析する(S14)。ビットストリーム分解部5は、サイド情報6を復号し、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータおよびスケールファクタを抽出する(S15)。スケールファクタ復号器7は、サイド情報6に基づいてビットストリーム分解されたスケールファクタを復号する(S16)。ハフマン復号器8は、サイド情報6に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号する(S17)。ハフマンコードデータの復号の\*

$$X_r(i, j) = \text{sign}(is(i, j)) \times is(i, j) \times 2^P, \quad 0 \leq i \leq 31, \quad 0 \leq j \leq 17$$

... (1)

式(1)で $X_r(i, j)$ は逆量子化処理結果、 $is(i, j)$ はハフマンコードデータ、 $P$ はサイド情報6とスケールファクタとから求められる定数、 $\text{sign}(a)$ は $a$ の符号をそれぞれ表わす。また、 $i$ はサブバンド番号を表わし、 $j$ は各サブバンド出力のサンプル番号を表わす。

【0012】HFB10に含まれるバタフライ演算部1※

for(i=0; i<31; i++)

for(j=0; j<8; j++){

$$X(i, 17-j) = X_r(i, 17-j)Cs(j) - X_r(i+1, j)Ca(j);$$

$$X(i+1, j) = X_r(i+1, j)Cs(j) + X_r(i, 17-j)Ca(j);$$

}

... (2)

【0014】式(2)で $X(i, j)$ はバタフライ演算結果、 $Cs(j)$ および $Ca(j)$ はそれぞれサンプル番号ごとに定められた定数を表わす。また、式(2)で $X(i, j)$ が計算されていない(演算対象でない)部分には、 $X_r(i, j)$ がそのまま代入される。

【0015】IMDCT演算部12は、符号化された $N$ ★

$$Z_i(n) = \sum_{k=0}^{N/2-1} X(i, k) * C(n, k), \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad \dots (3)$$

$$\text{但し } C(n, k) = \cos\left(\frac{\pi}{2N}\left(2n+1+\frac{N}{2}\right)(2k+1)\right) \quad \dots (4)$$

【0017】ここで、 $Z_i(n)$ は中間結果を表わす。 $N$ は定数であり、ロングブロックの場合は $N=36$ 、ショートブロックの場合は $N=12$ となる。またS20の☆40

$$H_i(n) = Z_i(n) \times W(n) \quad \dots (5)$$

ここで、 $H_i(n)$ は窓演算結果、 $W(n)$ は窓係数をそれぞれ表わす。この $H_i(n)$ に対してオーバーラップに関する処理を施すと、最終出力として各帯域*i*に対し、18個のサンプル $Y(i, j)$  ( $0 \leq j \leq 17$ )の出力が得られる。以後、 $X(i, j)$  ( $0 \leq i \leq 31, 0 \leq j \leq 17$ )に対するIMDCT演算部12の出力を $Y(i, j)$ と定義する。

【0019】サブバンド合成処理部13は、PFBを用いたサブバンド合成を行ない(S21)、時間領域信号

12

\*結果、1グラニユルあたりの復号されたハフマンコードデータ数は576個となる。これは周波数分解能に基づいて定められた値である。

【0010】逆量子化器9は、サイド情報6、スケールファクタおよびハフマンコードデータに基づきハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう(S18)。ハフマンコードデータの逆量子化処理は、式(1)に従い行なわれる。

【0011】

※1は、逆量子化器9より出力される32帯域のサンプルデータの相互間で、帯域境界に近い8サンプルずつを用いてバタフライ演算を行なう(S19)。具体的には、式(2)に従い演算が行なわれる。

【0013】

【数1】

★ $\nearrow$ 2サンプルを繰返して $N$ サンプルのデータを得た後、逆変換する(S20)。サンプルバンド番号*i*に対するIMDCT処理は式(3)および式(4)に従って行なわれる。

【0016】

【数2】

☆処理では同時に窓掛け処理も式(5)に従って行なわれる。

【0018】

であるPCM(pulse code modulation)データ(再生サンプルデータ)を出力する(S22)。

【0020】図18を参照して、サブバンド合成処理部13で実行される32サンプルの時間領域信号を求めるためのサブバンド合成処理(図17のS21)について詳しく説明する。サブバンド合成は、5.12タップPFBで実現される。32サンプルのサブバンド入力を $S_j(i) = Y(i, j)$  ( $0 \leq i \leq 31, j$ : 任意のサンプル番号)と定義する(S23)。 $S_j(i)$ に対する

(8)

13

周期加算信号  $V(m)$  ( $0 \leq m \leq 63$ ) を計算するにあたり、数回の PFB 処理によって蓄積されている周期加算信号  $V(m)$  ( $0 \leq m < 1024$ , 初期値は 0 である) のうち、 $V(0) \sim V(959)$  に格納されている値を  $V(64) \sim V(1023)$  の格納場所にそれぞれ移動させる (S24)。これに伴い、 $V(960) \sim V(1023)$  のデータは消去される。次に、 $S_j(i)$  に対する周期加算信号  $V(m)$  を式 (6) に従い計算する (S25)。ここで、 $N(m, i)$  は値  $m$  および  $i$  に \*

$$V(m) = \sum_{i=0}^{31} N(m, i) S_j(i), \quad 0 \leq m \leq 63 \quad \dots (6)$$

$$\text{out}(i) = \sum_{m=0}^{15} U(i+32m) D(i+32m), \quad 0 \leq i \leq 31 \quad \dots (7)$$

【0022】ここで、 $D(k)$  ( $k=0 \sim 511$ ) は窓関数、 $\text{out}(i)$  は再生サンプルデータである。サブバンド合成処理部 13 は、S23～S27 の処理を 18 個のサンプル ( $0 \leq j \leq 17$ ) についてそれぞれ行なう。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、MP3 の復号処理に用いられる演算は、主に乗算および積和演算である。特に、IMDCT 処理や PFB を用いたサブバンド合成処理は、1 回の処理に多くの演算量を要し、積和演算がその大部分を占める。また、これらの処理は 1 グラニクルあたりの処理回数も多いため、復号処理時間の大部分をこれら 2 つの処理に費やしており、処理時間の高速化が課題とされている。

【0024】本発明は上述の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、高速にハフマンコードデータの逆量子化処理を行ない、高速に MP3 の復号処理を実行することができる MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置およびコンピュータを MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することである。

【0025】本発明の他の目的は、高速に逆量子化信号に対してバタフライ演算を行ない、高速に MP3 の復号処理を実行することができる MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置およびコンピュータを MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することである。

【0026】本発明のさらに他の目的は、高速に IMDCT 処理を行ない、高速に MP3 の復号処理を実行することができる MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置およびコンピュータを MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することである。

14

\* より定められる定数である。次に、 $V(m)$  ( $0 \leq m < 1024$ ) から、512 個のデータを取り出し、変数  $U(k)$  ( $k=0 \sim 511$ ) に格納する (S26)。 $U(k)$  を用いて、式 (7) を計算することにより、32 の再生サンプルデータ (時間領域信号) を得る (S27)。

【0021】

【数3】

【0027】本発明のさらに他の目的は、高速に PFB を用いたサブバンド合成処理を行ない、高速に MP3 の復号処理を実行することができる MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置およびコンピュータを MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することである。

【0028】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明に係る MPEG1 オーディオレイヤ III 復号処理装置は、入力された MPEG1 オーディオレイヤ III のビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータのうちの値が 0 である帯域を検出するゼロ検出部と、ハフマン復号器、ゼロ検出部、ビットストリーム分解部およびスケールファクタ復号器に接続され、ゼロ検出部の出力、サイド情報、スケールファクタおよびハフマンコードデータに基づき、ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、逆量子化器に接続され、逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部とを含む。

【0029】逆量子化器では、ゼロ検出部でハフマンコードデータのすべての値が 0 である帯域に関しては、逆量子化処理を省略することができる。このため、高速に逆量子化処理を実行することができる。これにより、MP3 のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0030】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載

(9)

15

の発明の構成に加えて、ゼロ検出部は、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出する第1のゼロ検出器と、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータよりMPEG 1オーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第2のゼロ検出器とを含む。

【0031】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0032】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明の構成に加えて、バタフライ演算部は、第2のゼロ検出器および逆量子化器に接続され、第2のゼロ検出器の出力に従い、逆量子化信号に対してバタフライ演算を行なう第1の手段を含む。

【0033】第1の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆量子化信号に対するバタフライ演算を省略することができる。このため、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0034】請求項5に記載の発明は、請求項3または4に記載の発明の構成に加えて、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第2のゼロ検出器およびバタフライ演算部に接続され、第2のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第2の手段を含む。

【0035】第2の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0036】請求項6に記載の発明は、請求項3～5のいずれかに記載の発明の構成に加えて、サブバンド合成処理部は、第2のゼロ検出器および逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、第2のゼロ検出器の出力に従い、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なう第3の手段を含

16

む。

【0037】第3の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を省略することができる。このため、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0038】請求項7に記載の発明は、請求項3に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出する第3のゼロ検出器をさらに含み、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第2および第3のゼロ検出器ならびにバタフライ演算部に接続され、第2および第3のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む。

【0039】第1の手段は、第3のゼロ検出器で検出されたバタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である判断された帯域と、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0040】請求項8に記載の発明に係るMPEG 1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG 1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータよりMPEG 1オーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第1のゼロ検出器と、ハフマン復号器、ビットストリーム分解部およびスケールファクタ復号器に接続され、サイド情報、スケールファクタおよびハフマンコードデータに基づき、ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、第1のゼロ検出器および逆量子化器に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部とを含む。

(10)

17

【0041】ハイブリッドフィルタバンク部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆量子化器の出力の逆写像処理を省略することができる。このため、逆写像処理を高速に行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0042】請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、第1のゼロ検出器および逆量子化器に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0043】バタフライ演算部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆量子化信号に対するバタフライ演算を省略することができる。このため、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0044】請求項10に記載の発明は、請求項8に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、第1のゼロ検出器およびバタフライ演算部に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0045】逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0046】請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出

18

する第2のゼロ検出器をさらに含み、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第1および第2のゼロ検出器ならびにバタフライ演算部に接続され、第1および第2のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む。

【0047】第1の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたバタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である判断された帯域と、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0048】請求項12に記載の発明は、請求項8に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、第1のゼロ検出器および逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0049】サブバンド合成処理部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を省略することができる。このため、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0050】請求項13に記載の発明に係るMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、ハフマン復号器、ビットストリーム分解部およびスケールファクタ復号器に接続され、ゼロ検出部の出力、サイド情報、スケールファクタおよび



(11)

19

ハフマンコードデータに基づき、ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含み、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果を受け、演算結果と予め定められた係数との積算結果を累積する際に、累積値の絶対値が、すでに実行されている累積値の絶対値と等しくなると予めわかっている場合には演算を省略し、予め定められた個数の累積値を算出する累積値算出部と、累積値算出部に接続され、各累積値に、予め定められた規則に従い選択された窓関数を掛合わせる窓関数処理部とを含む。

【0051】逆適応ブロック長変形離散コサイン変換部は、バタフライ演算結果と予め定められた係数との積算結果を累積する際に、累積値の絶対値が、すでに実行されている累積値の絶対値と等しくなると予めわかっている場合には演算を省略する。このため、累積値の演算を高速にでき、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を高速に実行できる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0052】請求項14に記載の発明に係るコンピュータ読取可能な記録媒体は、コンピュータをMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録している。上記MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出するゼロ検出部と、ハフマン復号器、ゼロ検出部、ビットストリーム分解部およびスケールファクタ復号器に接続され、ゼロ検出部の出力、サイド情報、スケールファクタおよびハフマンコードデータに基づき、ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、逆量子化器に接続され、逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域、

20

信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部とを含む。

【0053】逆量子化器では、ゼロ検出部でハフマンコードデータのすべての値が0である帯域に関しては、逆量子化処理を省略することができる。このため、高速に逆量子化処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0054】請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の発明の構成に加えて、ゼロ検出部は、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出する第1のゼロ検出器と、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータよりMP3のオーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第2のゼロ検出器とを含む。

【0055】請求項16に記載の発明は、請求項15に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0056】請求項17に記載の発明は、請求項16に記載の発明の構成に加えて、バタフライ演算部は、第2のゼロ検出器および逆量子化器に接続され、第2のゼロ検出器の出力に従い、逆量子化信号に対してバタフライ演算を行なう第1の手段を含む。

【0057】第1の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆量子化信号に対するバタフライ演算を省略することができる。このため、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0058】請求項18に記載の発明は、請求項16または17に記載の発明の構成に加えて、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第2のゼロ検出器およびバタフライ演算部に接続され、第2のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第2の手段を含む。

【0059】第2の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行



(12)

21

することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0060】請求項19に記載の発明は、請求項16～18のいずれかに記載の発明の構成に加えて、サブバンド合成処理部は、第2のゼロ検出器および逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、第2のゼロ検出器の出力に従い、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なう第3の手段を含む。

【0061】第3の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を省略することができる。このため、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0062】請求項20に記載の発明は、請求項16に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出する第3のゼロ検出器をさらに含み、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第2および第3のゼロ検出器ならびにバタフライ演算部に接続され、第2および第3のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む。

【0063】第1の手段は、第3のゼロ検出器で検出されたバタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である判断された帯域と、第2のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0064】請求項21に記載の発明に係るコンピュータ読取可能な記録媒体は、コンピュータをMPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録している。上記MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリ

22

ーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、ハフマン復号器に接続され、ハフマンコードデータよりMPEG1オーディオレイヤIIIの符号化がされていない帯域を検出する第1のゼロ検出器と、ハフマン復号器、ビットストリーム分解部およびスケールファクタ復号器に接続され、サイド情報、スケールファクタおよびハフマンコードデータに基づき、ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、第1のゼロ検出器および逆量子化器に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、逆量子化器の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するハイブリッドフィルタバンク部とを含む。

【0065】ハイブリッドフィルタバンク部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆量子化器の出力の逆写像処理を省略することができる。このため、逆写像処理を高速に行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0066】請求項22に記載の発明は、請求項21に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、第1のゼロ検出器および逆量子化器に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0067】バタフライ演算部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆量子化信号に対するバタフライ演算を省略することができる。このため、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0068】請求項23に記載の発明は、請求項21に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、第1のゼロ検出器およびバタフライ演算部に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

(13)

23

【0069】逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0070】請求項24に記載の発明は、請求項23に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出する第2のゼロ検出器をさらに含み、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部は、第1および第2のゼロ検出器ならびにバタフライ演算部に接続され、第1および第2のゼロ検出器の出力に従い、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう第1の手段を含む。

【0071】第1の手段は、第2のゼロ検出器で検出されたバタフライ演算部での演算結果のうちすべての値が0である判断された帯域と、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、バタフライ演算結果に対する逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を省略することができる。このため、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0072】請求項25に記載の発明は、請求項21に記載の発明の構成に加えて、ハイブリッドフィルタバンク部は、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、第1のゼロ検出器および逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、第1のゼロ検出器の出力に従い、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0073】サブバンド合成処理部は、第1のゼロ検出器で検出されたMP3の符号化がされていない帯域に関しては、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を省略することができる。このため、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0074】請求項26に記載の発明に係るコンピュータ読取可能な記録媒体は、コンピュータをMPEG1オーディオ

24

オーディオレイヤIII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録している。上記MPEG1オーディオレイヤIII復号処理装置は、入力されたMPEG1オーディオレイヤIIIのビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に基づいて、ビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器と、ビットストリーム分解部に接続され、サイド情報に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器と、ハフマン復号器、ビットストリーム分解部およびスケールファクタ復号器に接続され、ゼロ検出部の出力、サイド情報、スケールファクタおよびハフマンコードデータに基づき、ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器と、逆量子化器に接続され、逆量子化器より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部と、バタフライ演算部に接続され、バタフライ演算部の演算結果に対して、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を行なう、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部と、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部に接続され、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理部の演算結果に対してポリフェーズフィルタバンクを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部とを含む。

【0075】逆適応ブロック長変形離散コサイン変換部は、バタフライ演算結果と予め定められた係数との積算結果を累積する際に、累積値の絶対値が、すでに実行されている累積値の絶対値と等しくなると予めわかっている場合には演算を省略し、予め定められた個数の累積値を算出する累積値算出部と、累積値算出部に接続され、各累積値に、予め定められた規則に従い選択された窓関数を掛合わせる窓関数処理部とを含む。

【0076】

【発明の実施の形態】 【実施の形態1】 図1を参照して、本発明の実施の形態1に係るMP3のオーディオデータ部の復号器について説明する。MP3のビットストリームは図15を参照して説明した従来のMP3のビットストリームと同様であるため、説明は繰返さない。

【0077】 図1を参照して、MP3のオーディオデー

(14)

25

タ部3の復号器は、入力されたビット列を、ビット割当情報およびハフマンテーブル情報を含むサイド情報6、スケールファクタならびにハフマンコードデータに分解するビットストリーム分解部5と、ビットストリーム分解部5に接続され、サイド情報6に基づいて、ビットストリーム分解されたスケールファクタを復号するスケールファクタ復号器7と、ビットストリーム分解部5に接続され、サイド情報6に含まれるハフマンテーブル情報に基づき、ビットストリーム分解されたハフマンコードデータを復号するハフマン復号器8と、ハフマン復号器8に接続され、ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出するゼロ検出器21と、ハフマン復号器8に接続され、MP3の符号化がされていない帯域を検出するゼロ検出器22と、ハフマン復号器8、ゼロ検出器21および22、ビットストリーム分解部5ならびにスケールファクタ復号器7に接続され、ゼロ検出器21および22の出力、サイド情報6、スケールファクタならびにハフマンコードデータに基づきハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう逆量子化器23と、ゼロ検出器22および逆量子化器23に接続され、ゼロ検出器22の出力に従い逆量子化器23の出力を逆写像し、時間領域信号に復元するHFB24とを含む。

【0078】HFB24は、ゼロ検出器22および逆量子化器23に接続され、ゼロ検出器22の出力に応じて、逆量子化器23より出力される逆量子化信号に対しバタフライ演算を行なうバタフライ演算部25と、バタフライ演算部25に接続され、バタフライ演算部25での演算結果のうちすべての値が0である帯域を検出するゼロ検出器26と、バタフライ演算部25、ならびにゼロ検出器26および22に接続され、ゼロ検出器26および22の出力に従い、バタフライ演算部25での演算結果に対してIMDCT処理を行なうIMDCT演算部27と、ゼロ検出器22およびIMDCT演算部27に接続され、ゼロ検出器22の出力に従い、IMDCT演算部27の演算結果に対してPFBを用いたサブバンド合成処理を行なうサブバンド合成処理部28とを含む。

【0079】図2を参照して、MP3のオーディオデータ部3の復号器の各部は以下のように動作する。ビットストリーム分解部5、スケールファクタ復号器7およびハフマン復号器8は、図17を参照して説明した従来の復号器と同様にして、入力されたビット列のヘッダの抽出および解析、サイド情報6の復号、スケールファクタの復号ならびにハフマンコードデータの復号を行なう(S14~S17)。

【0080】ゼロ検出器21は、ハフマン復号器8よりハフマンコードデータを受け、ハフマンコードデータのうちすべての値が0である帯域を検出する(S32)。ゼロ検出器22は、ハフマン復号器8よりハフマンコードデータを受け、MP3の符号化がされていない帯域を検出する(S33)。逆量子化器23は、S32および

26

S33での処理結果をもとに、ハフマンコードデータの逆量子化処理を行なう(S34)。バタフライ演算部25は、S33での処理結果をもとに、S34の処理で求められた逆量子化処理結果に対してバタフライ演算を施す(S35)。ゼロ検出器26は、バタフライ演算の結果を受け、バタフライ演算の演算結果のうちすべての値が0の帯域を検出する(S36)。IMDCT演算部27は、S33およびS36の処理結果に従い、IMDCT処理を行なう(S37)。サブバンド合成処理部28は、S33での処理結果をもとに、IMDCT演算部27の演算結果に対してPFBを用いたサブバンド合成処理を行ない(S38)、時間領域信号であるPCMデータ(再生サンプルデータ)を出力する(S22)。

【0081】以下、S32~S38の処理について、図を参照しながら順次詳しく説明する。

【0082】図3および図4を参照して、図2のS32の処理について説明する。S32の処理は、S17までの処理で求められているハフマンコードデータ $i_s(i, j)$  ( $0 \leq i \leq 31, 0 \leq j \leq 17$ ) に対して、 $i$  番目の行 ( $i$  番目の帯域) の値  $i_s(i, 0) \sim i_s(i, 17)$  のすべてが0であるか否かを判定するものである。ゼロ検出器21は、ハフマン復号器8よりハフマンコードデータ  $i_s(i, j)$  ( $0 \leq i \leq 31, 0 \leq j \leq 17$ ) を受ける(S41)。カウンタ  $i$  に0を設定する(S42)。 $i$  番目の帯域に含まれるすべてのハフマンコードデータ  $i_s(i, 0) \sim i_s(i, 17)$  の論理和  $a$  を計算する(S43)。  $i_s(i, 0) \sim i_s(i, 17)$  のすべての値が0ならば、論理和  $a$  は0となる。論理和  $a$  が0であれば(S44で  $a=0$ )、フラグ  $flag\_is(i)$  に1を設定する(S46)。論理和  $a$  が0でなければ(S44で  $a \neq 0$ )、フラグ  $flag\_is(i)$  に0を設定する(S45)。S45またはS46の処理の後、カウンタ  $i$  を1つインクリメントする(S47)。カウンタ  $i$  の値が32より小さいか否かを調べ(S48)、カウンタ  $i$  の値が32より小さければ(S48でYES)、S43以降の処理を繰返す。カウンタ  $i$  の値が32以上であれば(S48でNO)、S32の処理を終了する。

【0083】図4を参照して、 $i=17$  および  $i=29$  のときの  $in(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) がすべて0であるとする。この場合、 $flag\_is(17)$  および  $flag\_is(29)$  の値が1に設定される。

【0084】図5を参照して、図2のS33の処理について説明する。MP3の符号化では、人間が聞きやすい帯域の信号劣化を最小にするようなアルゴリズムが用いられている。言い換えれば、人間が聞くことのできる音のみを符号化し、特に高域成分のような聞こえない音の成分に関してはデータが削除されている。ハフマン復号処理では、符号化されている部分のみをハフマンテーブルによって復号し、符号化されていない部分の復号結果

(15)

27

は0と置いている。ゼロ検出器22は、上述の特徴を利用し、逆量子化処理以降の処理(図2のS34以降の処理)を高速に実行するための処理を行なう。

【0085】ゼロ検出器22は、カウンタcntに0を設定し(S51)、カウンタcnt\_zeroに0を設定する(S52)。カウンタcntは、図4に示すようなハフマンコードデータis(i, j)を左上から右下まで順にラスタ走査するごとにカウントアップするカウンタである。カウンタcnt\_zeroは、同じハフマ

$i = cnt / 18$  (カウンタcntを18で割ったときの整数部)

28

\*ンコードデータis(i, j)をラスタ走査した際に、以降の走査では、すべてのハフマンコードデータis(i, j)が0となる場合のカウンタcntの値を保持する。

【0086】カウンタcntより帯域番号iおよびサンプル番号jをそれぞれ以下(8)および式(9)に従い求める(S53)。

【0087】

... (8)

$j = cnt \% 18$  (カウンタcntを18で割ったときの剰余) ... (9)

ハフマンコードデータis(i, j)が0か否かを調べ(S54)、ハフマンコードデータis(i, j)が0でなければ(S54でYES)、そのときのカウンタcntに1を加えた値をカウンタcnt\_zeroに書き込む(S55)。ハフマンコードデータis(i, j)が0であるか(S54でNO)またはS55の処理の後、カウンタcntを1つインクリメントする(S56)。※

$L = (cnt\_zero / 18) + 1$

... (10)

これにより、L行目以降の帯域では、ハフマンコードデータis(i, j)がすべて0であることが保証される。たとえば、cnt\_zero=424((i, j)=(23, 10))の場合には、行番号L=24以降の帯域では、ハフマンコードデータis(i, j)がすべて0である。この行番号Lは、図2のS34以降の処理で用いられる。

【0089】図6を参照して、図2のS34の処理について説明する。逆量子化器23は、カウンタiに0を設定する(S61)。ゼロ検出器21より出力されるflag\_is(i)をチェックする(S62)。flag\_is(i)=0の場合には(S62でNO)、逆量子化演算を実行し、結果をXr(i, j) (0 ≤ j < 18)に格納する(S63)。逆量子化演算結果Xr(i, j)は、従来と同様、式(1)に従い求められる。flag\_is(i)=1の場合には(S62でYES)、i行目のハフマンコードデータis(i, j)は0であるため、式(1)の演算結果Xr(i, j)は0となる。したがって式(1)の演算を省略しXr(i, j) (0 ≤ j < 18)に0を代入する(S64)。

【0090】上記のようなゼロ検出器21を逆量子化器の23の前に挿入することにより、逆量子化演算(式(1)の演算)を1行(1帯域)につき18回省略することができ、逆量子化処理を高速に実施できる。

【0091】逆量子化器23は、カウンタiを1つインクリメントし(S65)、カウンタiがゼロ検出器22で求められた行番号Lよりも小さいか調べる(S66)。カウンタiが行番号Lよりも小さければ(S66でYES)、S62以降の処理を繰返す。カウンタiが

※カウンタcntが576より小さいか否かを調べ(S57)、カウンタcntが576よりも小さければ(S57でYES)、S53以降の処理を繰返す。カウンタcntが576以上になっていれば(S57でNO)、以下の式(10)に従い行番号(帯域番号)Lを計算する(S58)。

【0088】

行番号L以上であれば(S66でNO)、L行目以降のハフマンコードデータis(i, j) (L ≤ i < 32, 0 ≤ j < 18)の値はすべて0であることがわかっている。このため、以降の逆量子化演算結果Xr(i, j)にすべて0を代入する。具体的には、カウンタiにLを設定する(S67)。カウンタiが32より小さいか調べる(S68)。カウンタiが32より小さければ(S68でYES)、逆量子化演算結果Xr(i, j) (0 ≤ j < 18)に0を代入する(S69)。カウンタiを1つインクリメントし(S70)、S68以降の処理を繰返す。カウンタiが32以上になった段階で(S68でNO)、逆量子化器23による逆量子化処理(図2のS34)を終了する。

【0092】このように0 ≤ i < Lの範囲でのみ式

(1)を計算し、結果をXr(i, j) (0 ≤ j < 18)に格納すればよく、L ≤ i < 32の範囲では、式

(1)を計算する必要はない。したがって式(1)の演算を{(32-L) × 18}回省略することができる。

【0093】図7を参照して、図2のS35の処理について説明する。パタフライ演算部25は、カウンタiに0を設定する(S71)。パタフライ演算部25は、従来と同様、式(2)に従い、パタフライ演算を行なう(S72)。カウンタiを1つインクリメントする(S73)。カウンタiがゼロ検出器22で求められた行番号Lよりも小さいか否かを調べ(S74)、カウンタiがLよりも小さければ(S74でYES)、S72以降の処理を繰返す。

【0094】ここで、L行目以降の逆量子化演算結果Xr(i, j)はすべて0であることが予めわかっている。よって、L行目以降のパタフライ演算の演算結果Xr

(16)

29

(i, j) もすべて0となる。このため、カウンタ i が L 以上になった場合には (S 7 4 で NO)、カウンタ i に L を設定し直し (S 7 5)、カウンタ i が 32 より小さいか否かを判断する (S 7 6)。カウンタ i が 32 よりも小さければ (S 7 6 で YES)、バタフライ演算結果  $X(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) に 0 を代入する (S 7 7)。カウンタ i を 1 つインクリメントし (S 7 8)、S 7 6 に戻る。カウンタ i が 32 以上になっていれば (S 7 6 で NO)、処理を終了する。

【0095】バタフライ演算 48 に関しても、ゼロ検出器 22 の結果から逆量子化演算と同様に  $0 \leq i < L$  の範囲でのみ式 (2) を計算し、結果を  $X(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) に格納する。L 行目以降の  $X_r(i, j)$  ( $L \leq i < 31$ ,  $0 \leq j < 18$ ) の値は逆量子化処理によりすべて 0 であることがわかっているため式 (2) を計算する必要がなく、式 (2) の演算を i に関して (31-L) 回省略することができる。

【0096】図 2 の S 36 について説明する。ゼロ検出器 26 は、ゼロ検出器 21 と同様の構成をとる。このため、S 36 の処理は、S 32 (図 2) の処理と入力異なるのみで、同様の処理である。ゼロ検出器 26 は、バタフライ演算結果  $X(i, j)$  ( $0 \leq i < 32$ ,  $0 \leq j < 18$ ) に対して、行 i (i 番目の帯域) のバタフライ演算結果  $X(i, 0) \sim X(i, 17)$  がすべて 0 であるかどうかを判定し、判定結果をフラグ  $flag\_X(i)$  ( $0 \leq i < 32$ ) に設定する。この判定方法は、図 3 および図 4 を参照して説明した S 32 の処理と同様であるため、説明は繰返さない。

【0097】図 8 を参照して、図 2 の S 37 の処理について説明する。IMDCT 演算部 27 は、カウンタ i に 0 をセットする (S 81)。ゼロ検出器 26 の出力  $flag\_X(i)$  をチェックする (S 82)。 $flag\_X(i) = 0$  であれば (S 82 で NO)、従来と同様、式 (3) ~ 式 (5) に従って窓演算結果  $H_j(n)$  を求め、窓演算結果  $H_j(n)$  に対してオーバーラップに関する処理を施すという一連の IMDCT 処理を行ない、処理結果  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) を求める (S 83)。 $flag\_X(i) = 1$  であれば (S 82 で YES)、i 行目のバタフライ演算結果  $X(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) はすべて 0 である。このため、処理結果  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) は予め 0 になることがわかっており、IMDCT 処理を行わずに、処理結果  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) に 0 を代入する (S 84)。

【0098】IMDCT では、式 (3) および式 (5) の演算を実行しており、1 回の IMDCT の演算量が多い。上記のようなゼロ検出器 26 を挿入することによ

30

り、IMDCT 処理を省くことができ、演算量が減少する。これにより、復号処理の高速化にも繋がる。

【0099】S 83 または S 84 の処理の後、IMDCT 演算部 27 は、カウンタ i を 1 つインクリメントし (S 85)、カウンタ i がゼロ検出器 22 で求められた行番号 L 以下か否かを判断する (S 86)。カウンタ i がゼロ検出器 22 で求められた行番号 L 以下であれば (S 86 で YES)、S 82 以降の処理を繰返す。

【0100】カウンタ i が行番号 L よりも大きくなった場合には (S 86 で NO)、カウンタ i に (L+1) を設定し (S 87)、カウンタ i が 32 よりも小さいか否かを調べる (S 88)。カウンタ i が 32 よりも小さければ (S 88 で NO)、上述の  $flag\_X(i) = 1$  の場合と同様の理由により処理結果  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) は 0 になることがわかっているため、IMDCT 処理を行わずに、処理結果  $Y(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) に 0 を代入する (S 89)。カウンタ i を 1 つインクリメントし (S 90)、S 88 に戻る。カウンタ i が 32 以上になっていれば (S 88 で YES)、処理を終了する。

【0101】IMDCT 演算部 27 での処理では、カウンタ i が L の場合にも IMDCT 処理を行なっている。これは、バタフライ演算の式 (2) よりバタフライ演算結果  $X(L, 0) \sim X(L, 7)$  が 0 であるという確証がなくなったためである。

【0102】 $(L+1) \leq i < 32$  に関して、バタフライ演算結果  $X(i, j)$  ( $0 \leq j < 18$ ) は 0 であるため、IMDCT 処理は不要となる。したがって {32 - (L+1)} 回の IMDCT 処理を省略することができる。

【0103】図 9 を参照して、図 2 の S 38 の処理について説明する。サブバンド合成は 512 タップ PFB で実現される。サブバンド合成処理部 28 は、3.2 サンプルのサブバンド入力を  $S_j(i) = Y(i, j)$  ( $0 \leq i < 32$ , j: 任意のサンプル番号) と定義する (S 91)。

【0104】ここで、周期加算信号  $V(m)$  を求める式 (6) は、本来、 $0 \leq i < 32$  の範囲で積和演算を行なっている。しかし、ゼロ検出器 22 の結果から  $S_j(i)$  は  $L < i < 32$  の範囲で 0 であることが予めわかっている。このため、 $L < i < 32$  の範囲の  $S_j(i)$  は、周期加算信号  $V(m)$  を求める際には必要ない。したがって式 (6) は、式 (11) のように書換えることができる。

【0105】

【数 4】

$$V(m) = \sum_{i=0}^L N(m, i) S_j(i), \quad 0 \leq m < 64 \quad \dots (11)$$

(17)

31

【0106】サブバンド合成処理部28は、カウンタmに0をセットし(S92)、カウンタiに0をセットする(S93)。サブバンド合成処理部28は、式(11)の計算を行ない、周期加算信号V(m)を求める(S94~S96)。現在設定されているカウンタmに対する周期加算信号V(m)が求められと(S96でNO)、カウンタmをインクリメントし(S97)、カウンタmが64より小さいか否かを調べる(S98)。カウンタmが64より小さければ(S98でYES)、S93に戻り、設定されているカウンタmに対する周期加算信号V(m)を式(11)に従い求める。カウンタmが64以上であれば(S98でNO)、V(m) ( $0 \leq m < 1024$ ) から、512個のデータを取り出し、変数U(k) ( $k=0 \sim 511$ ) に格納する(S26)。U(k)を用いて、従来と同様の式(7)を計算することにより、32の再生サンプルデータ(時間領域信号)を得る(S27)。

【0107】式(11)を適用することにより、図9のフロー1回あたり $64 \times (31-L)$ 回、1グラニユルあたりでは $18 \times 64 \times (31-L) = 1152 \times (31-L)$ 回の積和演算を省略することができ、サブバンド合成処理を高速に実行できる。

【0108】図10を参照して、ゼロ検出器21、22および26を用いることにより、省略される演算の回数についての一例について説明する。ハフマン復号器8で求められたハフマンコードデータ87を受け、ゼロ検出器21およびゼロ検出器22で演算を行なった結果、行番号i=2, 14の行のハフマンコードデータis

(i, j) ( $0 \leq j < 18$ ) がすべて0であることが検出され、行番号L=23以降の行のハフマンコードデータis (i, j) ( $L \leq i < 32, 0 \leq j < 18$ ) がすべて0であることが検出されたとする。したがって、逆量子化器23では、 $(1+1+(32-23)) \times 18 = 198$ 回の式(1)の演算を省略することができる。また、バタフライ演算部25では、逆量子化演算結果88に対して、バタフライ演算を行なうが、23行目から31行目までのバタフライ演算を省略可能である。式(2)に示されるバタフライ演算では2行ごとに処理が行なわれる。したがって、バタフライ演算部25では、 $(32-23-1) = 8$ 回の式(2)の演算を省略することができる。バタフライ演算結果89のうち、14行目と24~31行目の演算結果X(i, j) ( $i=1, 4, 24 \sim 31, 0 \leq j < 18$ ) が0であったとする。ゼロ検出器26により行番号i=14が検出される。このため、IMDCT演算部27では、14行目および24行目~31行目までのIMDCT処理を省略することができ、合計9回のIMDCT処理を省略することができる。

【0109】上記のようなゼロ検出器22を挿入することにより、1グラニユルあたり、逆量子化演算(式

32

(1))を $((32-L) \times 18)$ 回、バタフライ演算(式(2))をカウンタiに関して $(31-L)$ 回、IMDCT処理を $(31-L)$ 回、サブバンド合成処理部28での積和演算(式(6))を $18 \times 64 \times (31-L) = 1152 \times (31-L)$ 回省略することができる。したがって、MP3のデータを高速に復号することができる。

【0110】また、ゼロ検出器21を用いることにより逆量子化演算をさらに減らすことができ、ゼロ検出器26を用いることによりIMDCT処理をさらに減らすことができる。

【0111】なお、本実施の形態に係る復号器は、コンピュータを用いて実現することができる。すなわち、復号器で行なわれる処理をCPU (Central Processing Unit) でプログラム実行させ、各処理部での演算結果をメモリに記憶させるようにしてもよい。

【0112】【実施の形態2】MPU (Micro Processing Unit: 特別なアドレッシングモードを持たないRISC (Reduced Instruction Set Computer) プロセッサ) および、MPUに接続されたメモリ (Dynamic Random Access Memory) を使用して、図16に示す復号器を作る場合を考える。

【0113】図11(a)にはIMDCT処理の結果Y(i, j)がメモリ(MPUに接続されたRAM)に格納されている様子を、また図11(b)にはIMDCT処理結果を行列入換えてメモリに格納されている様子を示している。メモリのシーケンシャル方向は横方向の矢印102で、PFBへの入力データは矢印103または104のi方向の順に読出される。図11(a)の場合、式(6)の演算に必要なデータは矢印103の縦方向に読出されることになる。この場合1つのデータを読出すごとにアドレス計算が必要となり、複数のデータを連続して読出すことができない。またメモリをランダムに参照することになるため、キャッシュのヒット率が下がり、メモリを参照するたびにウエイトが入る確率が高くなる。

【0114】そこで、図11(b)のように、IMDCT処理の結果を格納しておく、式(6)の演算に必要なデータを矢印104の方向にシーケンシャルに読出すことができ、上記の問題が解決される。特にオートインクリメント機能付ロード命令をサポートしているMPUの場合には、アドレス計算が不要となる。

図12を参照して、図16のIMDCT演算部12における処理を説明する。IMDCT処理の結果Y(i, j)が格納されるメモリの領域の先頭番地をaYとし、カウンタiに0をセットする(S106)。ここで、IMDCT演算結果のデータ長は4バイト(32ビット)とする。先頭番地aYを変数a.d.r.にコピーし、カウンタjに0をセットする(S107)。IMDCT演算を従来と同様に行ない(S108)、処理結果をa.d.d.



(18)

33

r番地の領域に格納する(S109)。IMDCT演算結果は矢印i05の方向に順に求められる。このため、次の結果を格納する領域は、32個×4バイト=128バイト先の領域となる。したがって変数addrに128を加え、カウンタjを1つインクリメントする(S110)。S108からS110までの処理を18回繰返す(S111)。続いて、先頭番地aYをシーケンシャル方向に4バイト(1データ分)ずらし、カウンタiを1つインクリメントする(S112)。S107からS112までの処理を32回繰返すことにより、図11(b)のように、メモリにIMDCT処理の結果が格納される。

【0115】これにより、続くサブバンド合成処理部13におけるサブバンド合成処理において、式(6)の計算をするにあたり、データの読出しを高速に行なうことができ、高速にMP3のデータを復号することができる。

【0116】【実施の形態3】図13を参照して、本実\*

$$\left. \begin{aligned} C\left(\frac{N}{2}-n-1, k\right) &= -C(n, k) \\ C(N-n-1, k) &= C\left(\frac{N}{2}+n, k\right) \end{aligned} \right\} \quad 0 \leq n < \frac{N}{4} \quad \dots(12)$$

$$\left. \begin{aligned} Z_i\left(\frac{N}{2}-n-1\right) &= -Z_i(n) \\ Z_i(N-n-1) &= Z_i\left(\frac{N}{2}+n\right) \end{aligned} \right\} \quad 0 \leq n < \frac{N}{4} \quad \dots(13)$$

$$\left. \begin{aligned} C(5-n, 0) &= -C(n, 0) \\ C(11-n, 0) &= C(6+n, 0) \end{aligned} \right\} \quad 0 \leq n \leq 2 \quad \dots(14)$$

$$\left. \begin{aligned} Z_i(3) &= -Z_i(2), \quad Z_i(9) = Z_i(8) \\ Z_i(4) &= -Z_i(1), \quad Z_i(10) = Z_i(7) \\ Z_i(5) &= -Z_i(0), \quad Z_i(11) = Z_i(6) \end{aligned} \right\} \quad \dots(15)$$

【0120】したがって、 $Z_i(0)$ 、 $Z_i(1)$ 、 $Z_i(2)$ 、 $Z_i(6)$ 、 $Z_i(7)$ 、 $Z_i(8)$ の6つの値しか計算する必要がなくなり、計算回数が半分になることがわかる。

【0121】この対称性を利用することにより、式(3)の計算を半分にすることができ、復号処理を高速に実施できる。

【0122】また、続いて行なわれる窓掛け処理(式

34

\*施の形態に係るMP3のオーディオデータ部の復号器は、図16を参照して説明した従来のIMDCT演算部12の代わりに、IMDCT演算部150を用いたものである。このため、それ以外の構成部分に関する説明は繰返さない。

【0117】IMDCT処理の式(4)の係数は変形することにより式(12)のように対称性があることがわかる。したがって、式(3)の $Z_i(n)$ は、式(13)の関係が成り立ち、 $0 \leq n < (N/4)$ 、 $(N/2) \leq n < (3N/4)$ の範囲に関してのみ $Z_i(n)$ を計算すればよいことになる。したがって式(3)の計算は従来に比べ半分の回数となる。

【0118】 $N=12$ 、 $k=0$ とした場合を例にとると、式(14)の関係が成り立つ。したがって式(13)より式(15)が得られる。

【0119】

【数5】

(5)) に関しても、1回のIMDCT処理の演算結果から2つ分の窓掛け処理結果を計算することができる。そこで窓掛け処理における窓係数は、配置順や符号反転を考慮したものを用意する。 $N=12$ の場合の例を図14に示す。式(15)の関係より、式(5)は式(16)のように計算できる。

【0123】

【数6】



(19)

35

$$\begin{aligned}
 H_i(0) &= W(0) \times Z_i(0), & H_i(5) &= W(5) \times (-Z_i(0)) \\
 H_i(1) &= W(1) \times Z_i(1), & H_i(4) &= W(4) \times (-Z_i(1)) \\
 H_i(2) &= W(2) \times Z_i(2), & H_i(3) &= W(3) \times (-Z_i(2)) \\
 H_i(6) &= W(6) \times Z_i(6), & H_i(11) &= W(11) \times Z_i(6) \\
 H_i(7) &= W(7) \times Z_i(7), & H_i(10) &= W(10) \times Z_i(7) \\
 H_i(8) &= W(8) \times Z_i(8), & H_i(9) &= W(9) \times Z_i(8)
 \end{aligned}$$

... (16)

36

【0124】式(16)に従って、図14に示すように符号反転も考慮して窓係数 $W(n)$ を、 $W(0)$ 、 $-W(5)$ 、 $-W(1)$ 、 $-W(4)$ 、 $-W(2)$ 、 $-W(3)$ 、 $-W(6)$ 、 $-W(11)$ 、 $-W(7)$ 、 $-W(10)$ 、 $-W(8)$ 、 $-W(9)$ の順にメモリ上に連続して格納する。

【0125】これにより連続して窓関数を読出せるため、メモリへのアクセスが高速になり、処理速度の高速化に繋がる。式(16)により $H_i(n)$ は、 $H_i(0)$ 、 $H_i(5)$ 、 $H_i(1)$ 、 $H_i(4)$ 、 $H_i(2)$ 、 $H_i(3)$ 、 $H_i(6)$ 、 $H_i(11)$ 、 $H_i(7)$ 、 $H_i(10)$ 、 $H_i(8)$ 、 $H_i(9)$ の順に計算される。IMDCT演算部150は、これらを本来の順序(式(5)に従って計算して求められる順序)( $H_i(0)$ 、 $H_i(1)$ 、 $H_i(2)$ 、 $H_i(3)$ 、 $H_i(4)$ 、 $H_i(5)$ 、 $H_i(6)$ 、 $H_i(7)$ 、 $H_i(8)$ 、 $H_i(9)$ 、 $H_i(10)$ 、 $H_i(11)$ )になるようにメモリに格納する。

【0126】以上のように本実施の形態に係る復号器によるとIMDCT処理を高速に行なうことができる。

【0127】なお、本実施の形態で説明したIMDCT処理は、図1を参照して説明した実施の形態1に係るIMDCT演算部27におけるIMDCT処理においても用いることができるのは言うまでもない。

【0128】また、本実施の形態に係る復号器は、コンピュータを用いて実現することができ、復号器で行なわれる処理をCPUで実行させ、各処理部での演算結果をメモリに記憶させるようにしてもよい。

【0129】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0130】

【発明の効果】請求項1～3に記載の発明によると、高速に逆量子化処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0131】請求項4に記載の発明によると、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、MP

3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0132】請求項5に記載の発明によると、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0133】請求項6に記載の発明によると、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0134】請求項7に記載の発明によると、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0135】請求項8に記載の発明によると、逆写像処理を高速に行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0136】請求項9に記載の発明によると、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0137】請求項10～11に記載の発明によると、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0138】請求項12に記載の発明によると、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0139】請求項13に記載の発明によると、累積値の演算を高速にでき、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を高速に実行できる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0140】請求項14～16に記載の発明によると、高速に逆量子化処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0141】請求項17に記載の発明によると、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、M

(20)

37

P3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0142】請求項18に記載の発明によると、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0143】請求項19に記載の発明によると、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0144】請求項20に記載の発明によると、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0145】請求項21に記載の発明によると、逆写像処理を高速に行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0146】請求項22に記載の発明によると、高速にバタフライ演算を行なうことができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0147】請求項23～24に記載の発明によると、高速に逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0148】請求項25に記載の発明によると、サブバンド合成処理を高速に実行することができる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

【0149】請求項26に記載の発明によると、累積値の演算を高速にでき、逆適応ブロック長変形離散コサイン変換処理を高速に実行できる。これにより、MP3のオーディオデータ部の復号を高速に行なうことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係るMP3のオーディオデータ部の復号器の構成を示すブロック図である。

【図2】 実施の形態1に係るMP3のオーディオデータ部の復号処理のフローチャートである。

【図3】 ゼロ検出器21によるゼロ検出処理のフロー

38

チャートである。

【図4】 ゼロ検出器21によるゼロ検出処理を説明するための図である。

【図5】 ゼロ検出器22によるゼロ検出処理のフローチャートである。

【図6】 逆量子化器23による逆量子化処理のフローチャートである。

【図7】 バタフライ演算部25によるバタフライ演算処理のフローチャートである。

10 【図8】 IMDCT演算部27によるIMDCT処理のフローチャートである。

【図9】 サブバンド合成処理部28によるサブバンド合成処理のフローチャートである。

【図10】 実施の形態1に係るMP3のオーディオデータ部の復号器により削減される演算回数を説明するための図である。

【図11】 本発明の実施の形態2に係るMP3のオーディオデータ部の復号器によるIMDCT処理結果の格納方法を説明するための図である。

20 【図12】 本発明の実施の形態2に係るMP3のオーディオデータ部の復号器によるIMDCT処理を説明するための図である。

【図13】 本発明の実施の形態3に係るMP3のオーディオデータ部の復号器の構成を示すブロック図である。

【図14】 実施の形態3に係るMP3のオーディオデータ部の復号器による窓掛け処理の高速化を説明するための図である。

【図15】 MP3のフレームの構成を示す図である。

30 【図16】 従来のMP3のオーディオデータ部の復号器の構成を示すブロック図である。

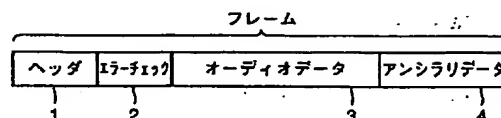
【図17】 従来のMP3のオーディオデータ部の復号処理のフローチャートである。

【図18】 サブバンド合成処理部13におけるサブバンド合成処理のフローチャートである。

#### 【符号の説明】

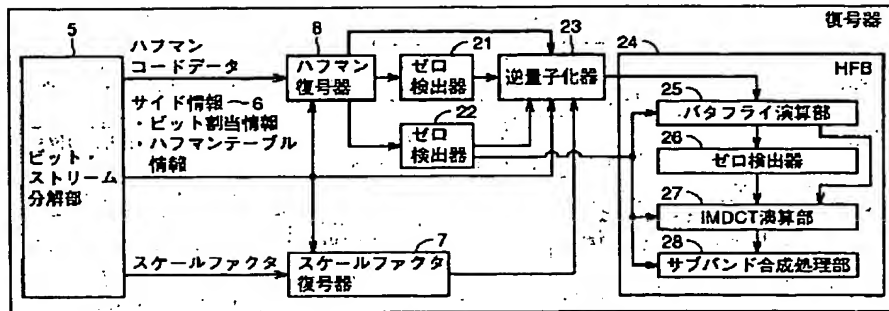
5 ビットストリーム分解部、6 サイド情報、7 スケールファクタ復号器、21、22、26 ゼロ検出器、23 逆量子化器、24 HFB、25 バタフライ演算部、27 IMDCT演算部、28 サブバンド合成処理部。

【図15】

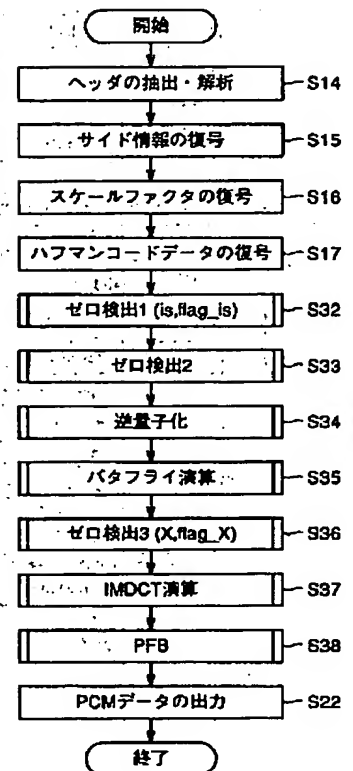


(21)

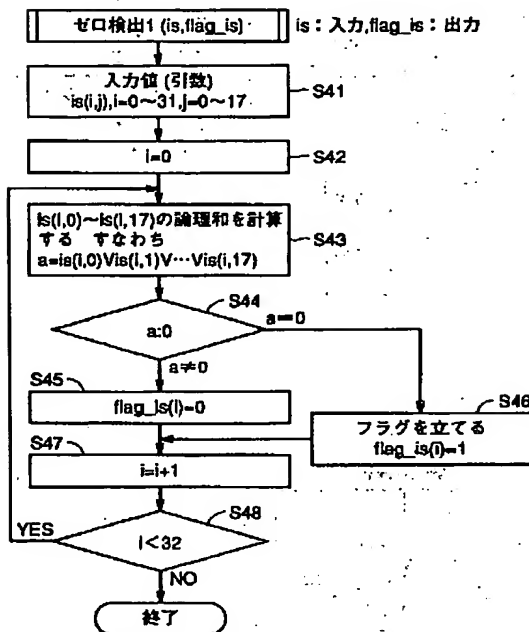
【図1】



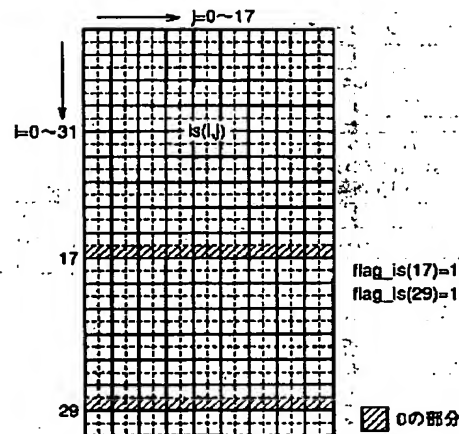
【図2】



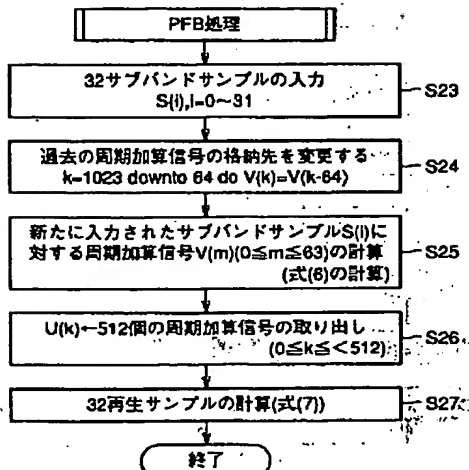
【図3】



【図4】

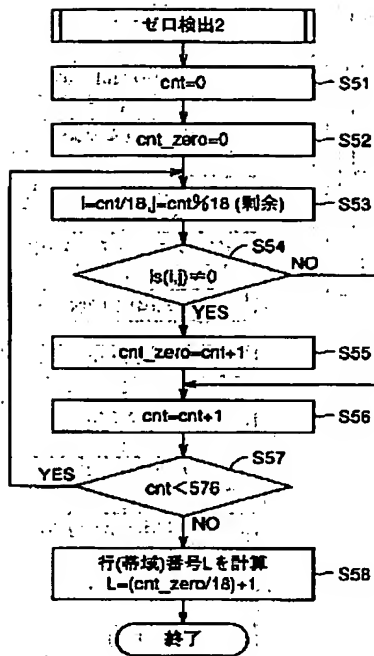


【図18】

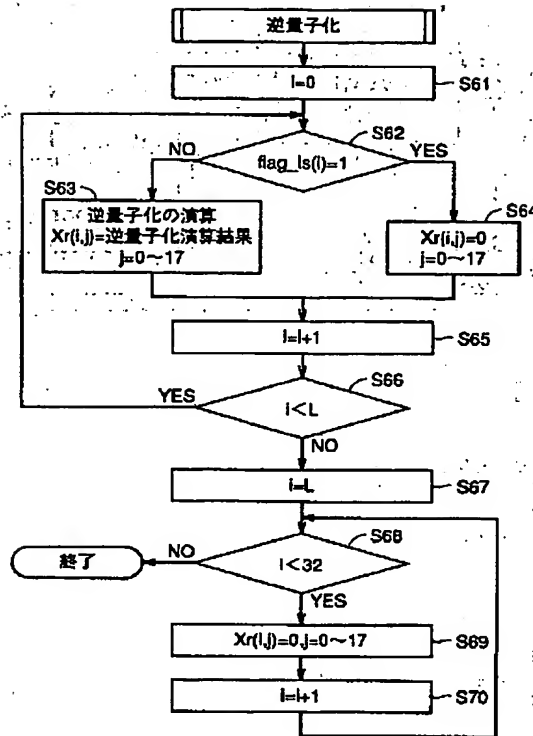


(22)

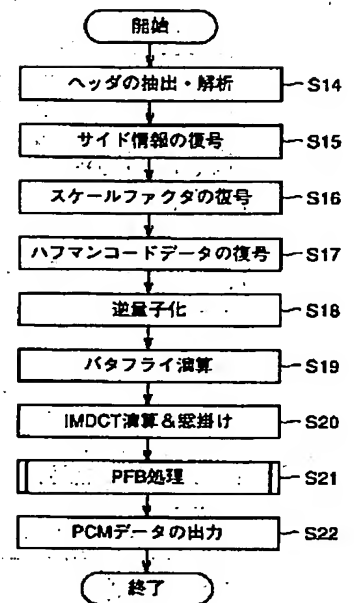
【図 5】



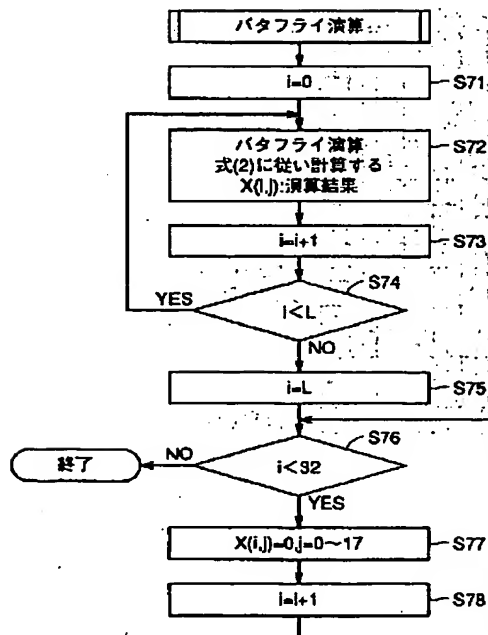
【図 6】



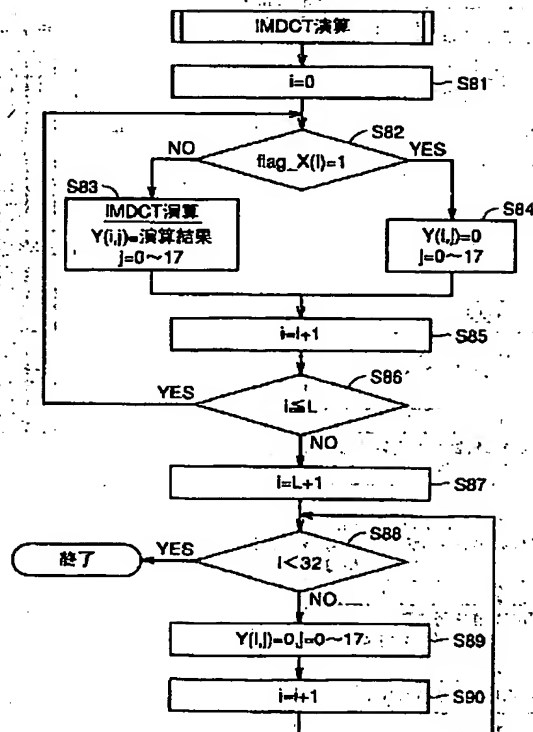
【図 17】



【図 7】

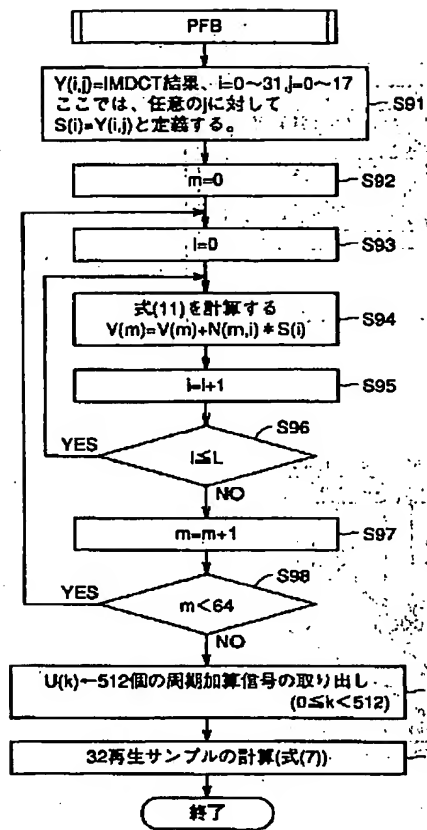


【図 8】

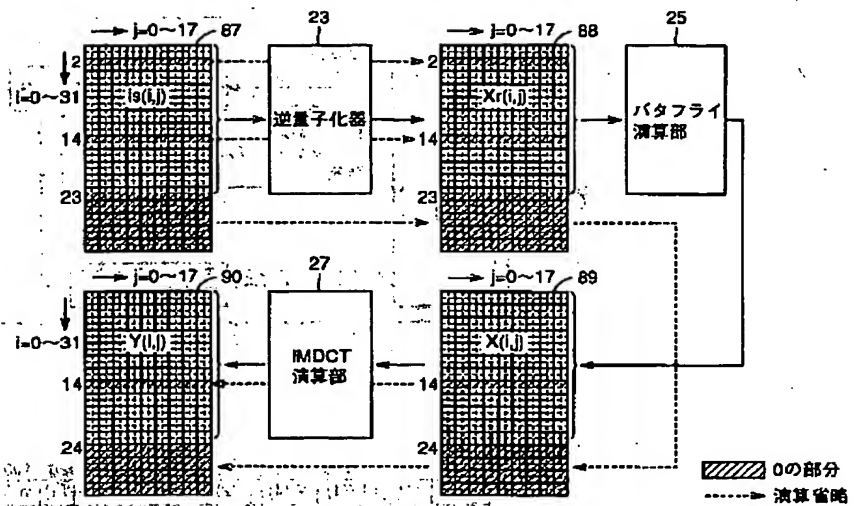


(23)

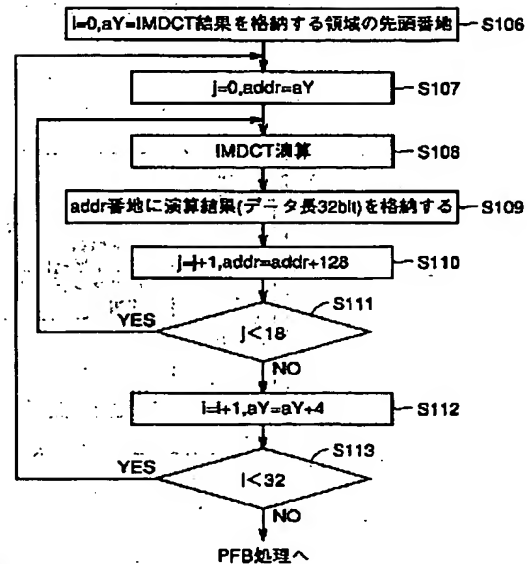
【図9】



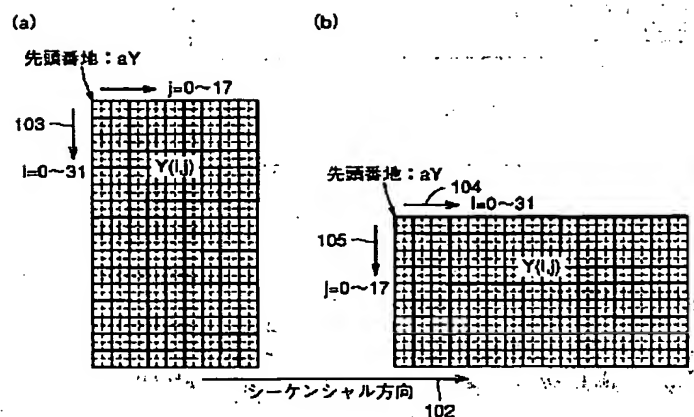
【図10】



【図12】

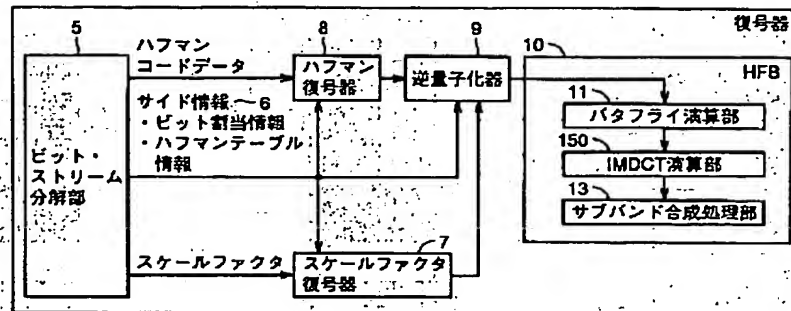


【図11】

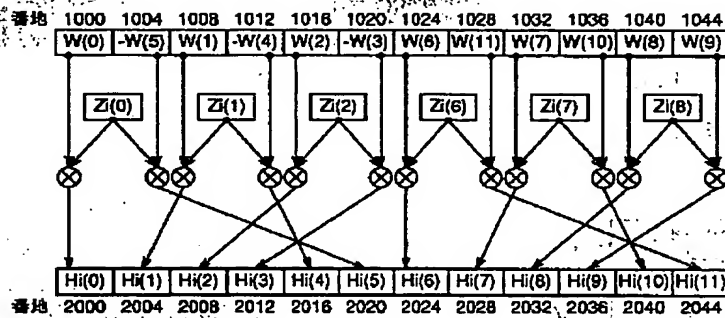


(24)

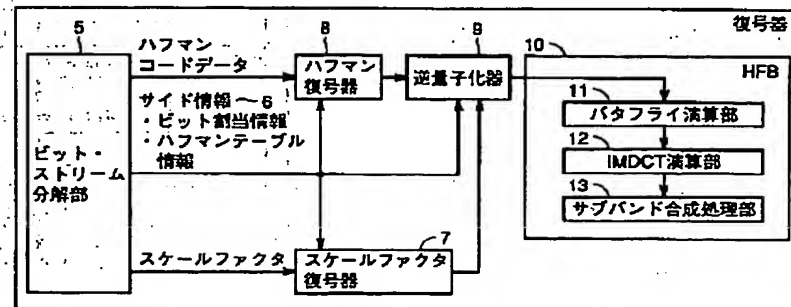
【図13】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D045 DA08

5J064 AA03 BA09 BC02 BC16 BC18

BC29 BD03

9A001 EE05 GG01 HH15

(54) 【発明の名称】 MPEG1オーディオレイヤII復号処理装置およびコンピュータをMPEG1オーディオレイヤII復号処理装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**